

Társadalomtudományi kismonográfiák

Törő Imre—Csaba György—Ács Tamás

**A biológia és az orvostudomány
egyres filozófiai problémái**



AKADÉMIAI KIADÓ

TÖRŐ – CSABA – ÁCS

A BIOLÓGIA ÉS AZ ORVOSTUDOMÁNY
EGYES FILOZÓFIAI PROBLÉMÁI

EDDIG MEGJELENT

1. Nemes Dezső, *A népi Magyarország 15 éves fejlődése*
2. Erdy-Grúz Tibor, *Anyag és mozgás (Adalékok a kémiai jelenségek dialektikájához)*

A BIOLÓGIA
ÉS AZ ORVOSTUDOMÁNY
EGYES FILOZÓFIAI
PROBLÉMÁI



Lektorálta
FALUDI BÉLA
és
SZABÓ ANDRÁS GYÖRGY

© Akadémiai Kiadó, Budapest 1964

Printed in Hungary

E könyvecske szerzői biológusok és orvosok, és még csak azt sem mondhatják el magukról, hogy korábban intenzíven foglalkoztak a filozófiai problémákkal. Azonban úgy látszik, hogy aki a biológia és ennek keretében különösen a filo- és ontogenezis problémáival részben oktatási, részben kísérleti szempontból foglalkozik, nem kerülheti el, hogy szembenézzen az állandóan felfelbukkanó filozófiai problémákkal. Az elmúlt időkre jellemző, hogy igen élesen csaptak össze tudatosan vagy ösztönösen materialista, és idealista nézetek. És sokszor ott, ahol elegendő tény nem állott rendelkezésre, a vita áttevődött teljesen ideológiai síkra. Ezen a síkon viszont a filozófusok sokszor megbélyegző jelzővel illetek olyan kísérleti eredményeket is, amelyek helyesek voltak, olyan interpretációkat, amelyek talán egyoldalúan, de alapjában helyesen foglalták össze a kísérleti eredményeket. Véleményünk szerint e megbélyegzésekkel a materialista tudomány nemegyszer saját haladásának útját zárta el.

Ezen vitákból mi sem vonhattuk és vonhatjuk ki magunkat. Az e könyvecskében foglalt anyag nem más, mint az elmúlt években megjelent, ill. megírt különböző cikkek, ill. előadások gyűjteménye. Kezdetben azt hittük, hogy ezekkel a cikkekkel nem mondunk semmi újat, hiszen lényegében csak azt próbáltuk rendszerbe foglalni, amiről úgy gondoltuk, hogy más is tudja. Miután azonban a cikkek vitát provokáltak, úgy látszott, hogy a kérdések nem egészen tisztázottak. Ezért megpróbál-

tuk e cikkeket és előadásokat összeállítani könyv formájában azért, hogy egységes vonalvezetést adtunk nekik.

A könyvben egyéni álláspontunkat fejtjük ki, és erre az álláspontra a biológiai kísérletezés nyomja rá a bélyegét. A munka tehát nem tankönyv, nem monográfia, hanem egyszerűen egyes gondolatok, szemelvények sorozata. Éppen ezért bizonyára igen sok egyoldalúsággal és hibával is fog találkozni az olvasó. De talán lesz olyan hatása is, hogy mások, akik szintén természettudományokkal foglalkoznak, ugyanilyen bátran közölni fogják egyéni gondolataikat. Mert nem kételkedünk abban, hogy mindenki, aki természettudományokkal foglalkozik, az anyagtól kényszerítve jut el a filozófiához még akkor is, ha ezt nem is kívánja tenni. Így majd egyszer, ha sok ilyen szemelvény gyűlik össze, lehetőség lesz filozófiai és biológiai szempontból egyaránt korrekt módon és elmélyülten foglalkozni a biológia filozófiai problémáival. Addig fogadják e könyvecskét vitaindító-nak.

Budapest, 1963 március hó.

A szerzők

A BIOLÓGIA ÉS A FILOZÓFIA VISZONYA

Az orvostudomány éppen úgy, mint a biológiai tudomány — melynek az orvostudomány alkalmazott ága —, számos filozófiai problémával rendelkezik. Ezek a kérdések annál érdekesebbek, mert a biológia, éppen úgy mint az orvostudomány, az élettel foglalkozik, tehát azzal a kérdéssel, amely kétségtelenül az egész emberiség számára a legizgalmasabb. Nem lehet véletlen, hogy éppen ezen a területen alakultak ki ősidőktől fogva a legélénkebb viták, és hogy éppen ezen a területen volt mindig is a legerősebb a materializmus és idealizmus ütközése. Ehhez természetesen hozzájárult az is, hogy a biológia felismert törvényszerűségeivel próbálták magyarázni a társadalmi törvényszerűségeket, jóllehet az alacsonyabbrendű mozgásforma egymagában sohasem magyarázhatja meg a magasabbrendű mozgásformában végbemenő törvényszerűségeket, legfeljebb mélyrehatóan befolyásolja azokat.

Nyilvánvaló az, hogy az orvostudományt és a biológiát oktatni és művelni sohasem lehetett anélkül, hogy a filozófiai kérdéseket ne érintették volna, és bármennyire úgy látszik is, hogy volt időszak, amidőn akár az oktatás, akár a kutatás ideológiamentes volt, a lét és nemlét, az ember fejlődése és számos alapkérdés annyira magában hordja az ideológiai állásfoglalást, hogy az e kérdésekben történő szaktudományos állásfoglalásnak is mindig volt filozófiai-ideológiai jellege. Természetes azonban az, hogy olyan kérdéseknek is megvan a maga ideológiai alapja, ahol ez nem látszik közvetlenül, és

éppen ezért minden orvosi szaktárgynak vannak sajátos filozófiai problémái. Így van ez egyrészt azért, mert minden szakág a kezdeti egyetemes orvostudományból szakadt le, ennek következtében magában hordja annak alapproblémáit, másrészt azért, mert mindig újabb és újabb összefüggésekben jelentek meg a filozófiai alapproblémák. Azt hisszük, hogy annak ellenére, hogy pl. a genetika mint tudomány alig több, mint egy évszázadra tekinthet vissza, ideológiai-filozófiai problémái alapproblémáknak tekinthetők. De ha azt vesszük, hogy egy olyan egyszerű művelet, mint a sterilizálás, felveti az élőnek előből vagy élettelenből keletkezésének problémáját, azt hisszük mindennél világosabbá válik, hogy az orvostudomány és a biológia filozófiai problémái igen kiterjedtek.

Nyilvánvaló az, hogy a filozófiai problémákra legjobban az illető szakág olyan képviselői tudnak rámutatni, akik saját szakmájuk mellett filozófiailag is többé-kevésbé tájékozottak. Vannak azonban olyan általános jellegű problémák is, amelyek minden szaktudományra vonatkoznak. Ezek között is az első helyeket foglalják el a tény, az interpretáció, a bizonyítás és a tudományos igazság, a személyek szerepe a tudományok fejlesztésében stb. problémái. Mielőtt tehát rátérnénk a saját szakmánkat érintő területekre, ezekre a problémákra kell rámutatnunk. Úgy érezzük, hogy ehhez jogunk és módunk van, mint olyanoknak, akik biológiai alapproblémákkal foglalkozunk, hiszen mint mondtuk, ez az a terület, ahol az ellentétek minden vonatkozásban a legélesebben tűnnek fel és leginkább megmutatkoznak a helytelen nézetek is.

I. A tudományos igazság kérdése. A tény és az interpretáció viszonya

A tudomány tényeket állapít meg, lehetőleg helyesen, ill. annyira pontosan, amennyire csak lehetséges. A tény azonban még nem tudomány, és nem az a tények puszta megállapítása sem. Igaz az, hogy minden természettudomány alapja a tények megállapítása. A természet vizsgálata nélkül egyszerűen nem lehetséges természettudomány — legfeljebb csak természetfilozófia. Azonban bármennyire is alapja a tények megállapítása a természettudományoknak, bármennyire is nagy jelentőségű egyik vagy másik megállapítás az elmélet vagy gyakorlat szempontjából, a tudomány nem tények halmozát, hanem rendszerét jelenti. De a tények nem automatikusan állnak rendbe. Ezért egy-egy területen csak akkor lehet nagy léptekkel előrehaladni, ha az új tények megállapítását azok rendszerezése, a felismerések általánosítása követi, ha a tényektől eljutunk a törvényekig.

Nem kétséges, hogy a tudományos megismerés két oldalról közelíthető meg, mégpedig *logikailag* dedukcióval vagy indukcióval, míg *természettudományosan* az analízis vagy szintézis módszerével. Az analízis az elemző, kísérletező módszer, a szintézis, amely részjelenségeken keresztül kísérli meg az „egész” megértését.

A tudományos megismerés *a tények* megismerésén alapul. A tények jelentik a tudomány levegőjét, és a tények megismerése nélkül a tudomány nem fejlődhet. A tudomány ott kezdődik, ahol az élet- vagy természeti jelenség analízisekor megtaláljuk és megismerjük a tényeket. A tények megismerése azonban csak a kezdet. Ha a tények megállapításán nem tudunk túljutni, a kutatómunka befejezetlen marad. A tényeket magyarázni is kell tudni, mert a tények magyarázata teszi lehetővé, hogy szerzett ismereteinket, tudásunkat, fel tudjuk használni. A tudomány tehát ítéletekből áll, és minden

tény akkor nyer értelmet, ha eddigi ismereteink rendszerébe tudjuk beállítani, megmagyarázni stb. Ez az *interpretáció* folyamata. A magyarázat keresésénél, a tudományos hipotézisek felállításánál nélkülözhetetlen, hogy a kutatónak legyen egységes és helyes szemlélete, világnézete, amely az ő általa, ill. mások által megfigyelt és megtalált kutatási eredményekre támaszkodik. És itt, a munkának ebben a szakaszában, a természettudományos kutatás a filozófiára mint tudományosan megalapozott világnézetre támaszkodik, amely a kutató szemléletét és világnézetét is alakítja. A filozófia ugyanis az általános világnézet és az általános módszer meghatározását teszi lehetővé minden tudományos vizsgálaton belül. Képet ad számunkra a világról mint egészről, és megadja a tudományos kutatáshoz szükséges azon koncepciót, melybe a kutatás alkalmával új tények megismerésekor az új felfedezést bele kell illeszteni. A filozófia tehát elválaszthatatlan a szaktudománytól, de nem jelent ugyanakkor egyet a szaktudománnyal. A filozófia az egyes tudományos felfedezések általánosítását jelenti, és ez biztosítja, hogy a kutató a természet minden jelenségét egységes szemléletben tudja értékelni.

Visszatérve az interpretáció folyamatához, már a fentiekből látható, hogy az interpretáció eredménye a *hipotézis*. Ez utóbbi kifejezésre azonban vigyáznunk kell, mert olyan értelemben is szokták használni, amikor a folyamat megfordított, tehát meglévő, korábbi ismeretekből következtetünk — hipotézis felállítása által — még nem ismert adatokra. Ilyenkor helyesebb ha *munkahipotézisről* beszélünk. A fogalmak összekeverésének veszélye az egész tudományos metodológiában fennáll, mert általában nem teszünk eléggé világos különbséget tény, interpretáció és hipotézis között. Ezt a helyzetet súlyosbítja a szokásos nyelvhasználat is, így pl. a magas vérnyomás nem tény, hanem az észlelés olyan interpretációja, hogy a szokásosnál magasabb.

De ugyanezt elmondhatjuk pl. a testhőmérséklet vizsgálatáról is. Valakinek a hőmérséklete 38°C . Ez tény. Ha azt mondjuk erre a betegre, hogy lázas, ez már interpretáció, a sok éven vagy évszázadon át megfigyelt tudományos ismeretek konklúziója, mivel tudjuk, hogy általában a normális hőmérséklet 37°C alatt vagy körül van, akinek tehát 38°C a hőmérséklete, az lázas. De folytassuk tovább. Ha valakinek 38°C a hőmérséklete, az rossz jel. Ez igaz? Általában igen. Ha abból indulunk ki, hogy a normális hőmérséklet 37°C , akkor valóban így is van. De ha abból indulunk ki, hogy korábban ugyanennek az illetőnek 40°C volt a láza és most csak $38,2$, akkor jó jel. Ha abból indulunk ki, hogy az illető influenzás, és a hőmérséklete mégis csak $38,2$, akkor is jó jel.

Mit jelent ez? Jelenti egyrészt azt, hogy a tények objektívek, az interpretáció szubjektív is. Az interpretáció függ a hosszú évek során és a világ számos helyén kialakult tapasztalatoktól, és függ attól, hogy az észlelő ezen tapasztalatokat mennyire teszi magáévá — milyen a világszemlélete. Világszemléletünket viszont nemcsak a tudományos tapasztalat befolyásolja, hanem társadalmi helyzetünk, ill. ettől függő ideológiai álláspontunk is. Lenin írja *A harcok materializmus jelentőségéről* című cikkében: „...komoly filozófiai megalapozottság nélkül semmiféle természettudomány, semmiféle materializmus nem állhatja meg a helyét a burzsoá eszmék támadása és a burzsoá világszemlélet visszaállítása ellen folytatott harcban. A természettudósnak, hogy ebben a harcban helytállhasson, s ezt a harcot teljes sikerrel vívhassa meg, modern materialistának, a Marx által képviselt materializmus tudatos hívének, vagyis dialektikus materialistának kell lennie.”¹

Mindezekből kiderül, hogy a helyes interpretációnak összhangban kell állnia 1. az emberiség egész eddigi

¹ Lenin, *Művei*. 33. köt. Budapest 1953. 225. old.

tapasztalatával (ill. ha ezzel nem áll összhangban, nagy óvatosság és nagymértékű bizonyítás szükséges), 2. összhangban kell állnia az emberiség egész eddigi tapasztalatából levont filozófiai tételekkel, végül 3. összhangban kell állnia a megfelelő természettudományos speciális ismeretekkel. Erre példaként felhozhatjuk a torzfejlődések problémáját. A torzfejlődést hosszú időn keresztül szemmelverés eredményének tekintették. Ez azt jelenti, hogy azok, akik így gondolkodtak, az okság elvét elfogadták (az emberiség általános tapasztalata) ugyanakkor hiányosak voltak speciális ismereteik (a vélt ok nem az igazi ok volt), épp ezért helytelen volt az interpretáció.

Mindebből tehát kiderül, hogy a tények helyes magyarázatát a dialektikus materializmus segít megadni, azonban a fentebb elmondottak egyidejűleg azt is jelentik, hogy tény csak egy van, de ugyanannak a ténynek világnézetünkől függően, sőt egyugyanazon világnézetben belül is, több tudományos magyarázatát tudjuk adni. A tényeket nem lehet elutasítani. Maguk a tények nem lehetnek idealisták vagy materialisták, a tényeket csak magyarázni lehet ilyen vagy olyan módon. A tudományos tények abban az esetben, ha azok valóban tények, nem pedig a megismerés tévedései, objektív tények maradnak még abban az esetben is, ha a rájuk vonatkozó elméleti elképzelések helyteleneknek bizonyulnak. A tényekkel való elfogult foglalkozás mint szubjektivizmus csak kárt okozhat a tudománynak. A természettudományos kutatásban tapasztalt jelenségek függetlenek a filozófiától, sőt a természettudomány egyes területein a filozófiai állásfoglalástól függetlenül is lehet alkotni, de az észlelt jelenségekből levont következtetés helyessége egy-egy életjelenség végső megértésében csak akkor derül ki, ha a kutató helyes filozófiai szemlélettel állította be tudományos programját, és rendelkezik egy, a gondolkodását irányító szemlélettel.

A példák, amelyeket felhoztunk annak bemutatására, hogy mi a különbség a tény és interpretáció között, természetesen, mint a példák általában, rosszak. A tudományban a kérdések ennél sokkal bonyolultabbak, és nagyon sokszor nehéz megmondani, hogy mihez viszonyítottunk és milyen alapon vontuk le a következtetést (pl. hőmérséklet esetében: jó jel, rossz jel). De éppen azért, mert a tudományban a problémák sokkal komplexebbek, kell elfogadnunk, hogy ugyanannak a ténynek, észlelésnek több interpretációja is lehet. Ugyanakkor, mivel a magyarázat feltétlenül függ a világnézettől és nem elsősorban a tényektől, több idealista és több materialista magyarázat lehetséges. Az idealista magyarázatok nem tudományosak, azonban úgy gondoljuk, hogy a tudomány mai fokán még nem helyezkedhetünk arra az álláspontra — valószínűleg sohasem fogunk tudni arra az álláspontra helyezkedni —, hogy a materialista magyarázatok közül is csak egy lehetséges. Így van ez annál is inkább, mert a tudományban az egyik dolog, amely oka valaminek, egy másíknak biztosan okozata, és az, hogy valaki csak az egyik oldalt látja meg, lehet hiányos szemlélet, de nem feltétlenül helytelen.

2. A bizonyítás módszere

Nyilvánvaló az előbbiekből, hogy a tudományos kutatásokban az elsőség a tényeké. A tényekből, a tudomány tételeiből következhet az absztrakció, a filozófiai következtetések sora. Ez még akkor is úgy van, ha látszólag az absztrakció hamarabb van meg, mint ahogy ez a nem találomra, hanem meghatározott irányba történő kísérletek esetében mindig így van. Így van azért, mert a hipotézis — munkahipotézis — korábbi, esetleg mások által végzett tudományos észlelések eredményei-

ből fejlődött ki; másrészt azért, mert a hipotézis akkor válik tudományos értékké, ha a kísérletek alátámasztják. Nyilvánvaló tehát, hogy nem lehet a filozófiai oldalról elindulni és azt mondani, hogy azért igaz tudományosan, mert igaz filozófiaiilag. Éppen megfordítva. Azért igaz filozófiaiilag, mert materiális alapja van, tényeken nyugszik. Az anyag létezése, az hogy az anyagnak tulajdonsága az, hogy létezik, teszi lehetővé a filozófiai következtetések levonását a világ anyagságáról, és nem megfordítva, tehát hogy a világ azért van, mert azt mondják rá. Ez nagyon veszedelmes útvesztőbe vezet, és ahelyett, hogy elősegítené a materiális tények megismerését, a tudomány gátjává válik. Ez a tudományban ma is gyakran előfordul. Egyik közeli példa erre Lapesinszkája munkássága. Lapesinszkája a munkáját ért támadásokat Engelsre való hivatkozásokkal igyekezett kivédeni, tehát filozófiai tételekkel próbálta megvédeni a tudományos tények hiányát. Elfeledkezik ugyanakkor arról, hogy Engels filozófiai következtetéseit az akkori tudományos igazságokból általánosította, és megfordítva ezt nem lehet, vagy nem helyes megcsinálni. Le kell tehát vonni azt a tanulságot, amit a marxizmus nagyjai maguk is levontak, hogy a filozófiának minden újabb természettudományos eredménnyel változnia kell, és a filozófia feladata a világot olyanak mutatni, mint amilyen.

Mi tehát a bizonyítás módszere? Az elméletek próbaköve minden esetben a gyakorlat. A tudomány azonban rendkívül bonyolult, és a gyakorlatnak adekvátnak kell lennie, hogy bizonyító ereje lehessen. Mindig nagyon pontosan kell megvizsgálni, hogy adott gyakorlat ténylegesen mit igazol. Ugyanakkor nem szabad elfelejteni, hogy a gyakorlat maga is történelmi folyamat, és ilyen módon a bizonyítás is az. Nagyon sok olyan tudományos felfedezés ismert, melyet a gyakorlat hosszú időn keresztül nem igazolt, és ez megfordítva is igaz, azaz szá-

mos olyan gyakorlati módszer ismeretes, mely a tények helytelen felismerésén alapult, a gyakorlatban mégis igen hasznos volt. Helytelen interpretáció is hathat serkentőleg a tudomány fejlődésére (flogiston elmélet), ugyanakkor helyes elmélet alapján sem teremthető meg mindig a helyes gyakorlat (gondoljunk csak a legújabb idők rákterápiás kutatásaira), vagy helytelen elmélet (alkímia) is hasznos gyakorlati eredményekre vezethet (a porcelán felfedezése is az alkímia eredménye volt, aranyat akartak csinálni és a porcelánt fedezték fel). Természetesen a helytelen elmélet inspirálhatja a gyakorlatot, de a gyakorlat nem azért lesz eredményes, mert helytelen elmélet inspirálta. Ilyen esetben a gyakorlat az elmélet ellenére és ellene fejlődik, és végeredményben a helyes elmélet kialakításához vezet. Még jobban nehezíti a kérdést, hogy az abszolút igazság minden esetben a relatív igazságok sorozatán keresztül bontakozik ki, de a relatív igazságot el kell különíteni az alapján hamis interpretációtól.

Látható tehát, hogy sem a filozófiai tételekkel, sem a leegyszerűsített gyakorlattal való bizonyítás nem mindig elégséges. A bizonyítás történelmi folyamat is, mely soha sincsen befejezve.

A tények felismerése egymást követi, lényegében dinamikus egymásra hatás van, aholis a különböző interpretációk és az ezek eredményeként létrejövő hipotézisek tézisként és antitézisként szerepelnek, melyeknek végeredményeképpen jön létre a szintézis — a tudományos igazság. Azonban minden tudományos igazság csak részigazság, és ennek következtében a további részek hozzáadásával bizonyos mértékig bővíthet is, módosulhat is.

3. Személyi kultusz és dogmatizmus a tudományban

Nagyon kevésbé látszik valószínűnek, hogy egy ember a teljes tudományos igazságot felismerje. Ha elfogadjuk azt, hogy a tudományos igazság történelmi folyamat, akkor a felmérés, a teljes igazság felismerése lehetetlen. Általában még a tudományos részigazság felismerése is nehéz feladat, és inkább ennek egyik vagy másik oldalának felismerése lehetséges. Mit jelent ez? Azt, amiről már korábban beszéltünk, hogy egyugyanazon tudományos eredmény (tény) több oldalról világítható meg, több vélemény alakulhat ki, melyek azután a szintézist létrehozzák. Azt mondhatjuk, hogy minden kutató, aki a részigazságok felderítésével foglalkozik, részrehajló a saját megfigyeléseivel szemben. Ez feltétlenül szükséges ahhoz, hogy egységes koncepciót tudjon kialakítani és az újabb és újabb részfeladatokat be tudja illeszteni az általa alkotott képbe. Így alakul ki az a tudományos vélemény, az az új koncepció, amely nagymértékben lendíti előre a tudományos megismerést. Azt mondhatjuk tehát, hogy az, hogy egyik kutató a saját szemszögéből bizonyos mértékig egyoldalúan látja a kérdéseket és másként, mint a másik, a tudomány fejlődése szempontjából hasznos.

A tudományt nem azonos képességű kutatók művelik. Vannak akik többé-kevésbé kiemelkednek. A kiemelkedők tudományos koncepciója jobban rányomja a bélyegét a tudomány fejlődésére. Ez érthető is. Így keletkezik a tudományos tekintély. Ennek megvan az alapja, az illető kutató kísérletek alapján vont le a következtetéseket. A szakmai tekintély megerősödése után azonban sokszor előfordul, hogy a kísérletek mennyisége jelentősen csökken, a vélemények száma jelentősen nő. Egy-egy kutató kijelent, megállapít, saját szakmai tapasztalatai és meglátásai alapján, és tekintélye miatt ezt is elfogadják. Ez nagyon sok esetben hasznos is lehet.

Hiszen ha elővesszük régen élt nagy kutatók könyveit, akkor láthatjuk, hogy sok olyan, ma már tudományos tényt megsejtettek egyszerűen elméleti következtetések alapján, melyeknek pontos vizsgálata csak ma vált lehetségessé. Azonban előfordul, hogy a tekintély olyan mértékűvé nő, hogy a tekintély hordozójának szava többet ér, mint mások kísérlete, és ennek következtében minden új törekvést elnyom. (Lásd Semmelweis munkájának elnyomását.) Ekkor bekövetkezik az az állapot, amikor az absztrakció a tekintélyelv alapján ellentmond az újonnan jelentkező tudományos igazságnak. Az, hogy ez személyekhez kötődik — a személyi kultusz megjelenése a tudományban, — amiben megmutatkozik — a tudományos dogmatizmus. E tudományos dogmatizmus kifejlesztéséhez nagymértékben hozzájárulnak a tanítványok (a tudós iskolája), ill. az utókor is (Cuvier, Newton).

Ez a folyamat a tudomány történetében sokszor megfigyelhető. A kutatók egyéni álláspontjának túlsúlyba kerülése, mely hosszú időn keresztül előrevitte a tudományt, annak gátjává vált. Az elmúlt évszázadokban, amikor egyes nagy kutatók is helytelen világnézeti alapból indultak ki, ez a probléma még sokkal kifejezettebb volt és szinte évszázadokra vetette vissza a tudományt. Azonban nem fogadhatjuk el azt, hogy ennek oka kizárólag a vizsgáló eszközök fejletlen volta lett volna, hiszen ezek relatív fejlettségének korszakából is hozhatunk fel példákat. Elég csak Virchowra gondolunk, aki öreg korában többek között még Semmelweis tanait sem tudta elfogadni, és tekintélyével éppen úgy ártott a tudomány tekintélyének, mint a szülő anyáknak.

4. *A személyi kultusz és a dogmatizmus a szocializmus körülményei között*

Látható tehát, hogy a tudomány előbbrevitelében, fejlesztésében mindig igen nagy szerepet játszanak a hipotézisek és azok a személyek, akik vezetik, irányítják a kutatást. Ugyanazon kérdés eldöntésére és az igazság megkeresésére több kutató több hipotézise is szolgálhat, melyek között a kutató világnézetétől függően lehetnek idealisták és materialisták egyaránt, ill. lehet többféle materialista nézet is. A szocializmus építése során a biológiai tudományokban is többféle hipotézis merült fel, melyek a biológiai kutatásokba új színt és ötletet hoztak, gondolkodásra érdemes anyagot szolgáltatottak. Néhány területen, mint amilyenek a citológia, genetika, immunitástan egyes kérdései, az utóbbi években néhány igen káros vita alakult ki. Ennek az volt az oka, hogy a természettudományt egyesek mint felépítményt tekintették, és ugyanakkor, nem annyira a tények értelmezése, hanem inkább a tények mellőzése miatt, sok szubjektív elem keveredett az állásfoglalásokba, melyek éppen azért csak feltételezések értékével bírtak. Ezeket mondták ki igazságoknak, következtetéseket vontak le belőlük és tapasztalatok híján tudományos igazságnak deklarálták. A hibát még elmélyítette az, hogy ezeket a tételeket mint ideológiailag a dialektikus materializmusnak megfelelő, kizárólagosan helyes tételeket fogadtatták el, ami mellett semmi más nem állhatja meg a helyét. Minden olyan munka vagy eredmény, amely tudományos állításában nem értett egyet a „védett” tétellel, ideológiailag helytelen, a dialektikus materializmusnak nem megfelelő, reakciós és elvetendő elmélet volt. Ez az álláspont nem szolgálhatja a tudomány fejlődését. A személyi kultusz megnyilvánulása ugyanis a tudományos igazság keresése helyett, a szubjektivizmusnak nyitott utat, és ahelyett, hogy a termé-

szettudományos kísérlet folytatását szorgalmazták volna, egyes tudósok írásait és kijelentéseit tanulmányozták, azokat idézték hosszú mondatokban mint megcáfолhatatlan tényeket és igazságokat. Az elmélyült kutatások helyett megelégedtek az igen felületes és az idézett sorokat látszólag megerősítő kétes megfigyelésekkel. Talán a biológia volt az egyetlen terület a tudományban, amelyben az idézet többet jelentett, mint maga a tény. A dogmatizmus és a személyi kultusz nézeteket monopolizált, és mint ideológiailag egyedül helyeseket fémjelezte azokat. Ugyanez volt az oka annak is, hogy hibának tüntették fel a tudomány területén való tájékozódási törekvést, és negligálták a kapitalista országok tudományos eredményeit, és mindezt a kozmopolitizmus elleni harc jelszavának alapjában véve helytelen értelmezése hozta magával.

Nem kétséges, hogy jelenlegi tudományos munkánkban is állandóan küzdeni kell az idealista befolyás ellen. Helytelen azonban, ha a küzdelem nem a hamis ideológiai, az idealista értelmezés ellen, hanem objektív tények ellen is folyik. A természettudományos kutatásokban nélkülözhetetlen a vizsgálatok megismétlése, az ellenőrzés. Minden új felfedezés csak akkor válik értéké, ha meggyőződünk annak helyességéről. Éppen ezért a tudományban az ellentétes nézetekkel nem lehet csupán úgy harcolni, hogy azokat helyteleneknek kiáltjuk ki, hanem utána kell vizsgálnunk és alapjában meg kell cáfolnunk azokat.

5. *A Lepesinszkája-ügy*

A fentebb elmondottakra igen jellemző példát mutatnak Lepesinszkája kutatásai. Lepesinszkája filozófiai alaptételekből indul el. Engels szerint az élet a fehérjetestek létezési módja. Ez az elméleti alap, mely

kétséget kizáróan megállja a helyét. Lapesinszkája kísérleteiben ezt igyekszik bizonyítani, azonban elégtelen módon, és így az eredmények nem fogadhatók el. A kísérleteket tehát meg kell védeni, alá kell támasztani. Miért igazak a kísérletek? A válasz: mert Engels szerint „az élet a fehérjetestek létezési módja”. A kör tehát bezárult. Ahelyett, hogy a filozófiai tételeket tudományosan sikerült volna alátámasztani, a filozófiai tételek védtek meg a kísérleteket. Ez ugyan egymagában véve is helytelen, de a probléma nem itt kezdődik, hanem ott, hogy aki a kísérletek helyességét vonja kétségbe, az — Lapesinszkája szerint — a filozófiai tétel helyességét vonja kétségbe, tehát idealista. Erről mint általános problémáról már fentebb szoltunk.

Hogy azonban a probléma nem ilyen egyszerű, mutatja Liszenko igen érdekes előszava Lapesinszkája könyvéhez. Mint írja, „a tudományoknak azon művelői számára, akik tudományos gondolkodásukból még nem tudták kiirtani a metafizikus módszereket, természetesen elfogadhatatlannak tűnhetnek O. B. Lapesinszkája munkájának elméleti előfeltételei és következtetései, sőt talán még adatainak megbízhatóságában is kételkedni fognak, mivel azok nem egyeznek az ő elméleti elgondolásaikkal. De a tudomány olyan művelői, akik az igazi fejlődélmélet, a dialektikus materializmus elméletének alapján állanak, mély meggyőződésük szerint teljes mértékben elfogadhatónak fogják találni O. B. Lapesinszkája adatait”.² Az okfejtés az első pillanatban meghökkentő. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a tudományos tényanyag, amennyiben az kellőképpen dokumentálva is van, mindenki számára meggyőző kell, hogy legyen. Az olvasónak e mondat elolvasása után olyan

² Lapesinszkája, Olga Boriszovna, *A sejtek képződése az élő anyagból és az élő anyag szerepe a szervezetben*. Budapest. 1951. 7. old.

érzése támadhat, hogy óvatosságból előre figyelmeztetik, ha nem hiszi el azt, ami le van írva, akkor metafizikus a gondolkodása. Ugyanakkor mindannyian tudjuk, hogy a világszemlélet valóban befolyásolja minden kutató gondolkodásmódját, és könnyen lehet, hogy a tényanyagot is kiöntik a nem tetsző magyarázat fürdővizével együtt. (Hiszen erre a legjobb példát a sorok írója, Liszenkó szolgáltatta, amikor a morganista tényanyagot elvetette a morganista elméletek helytelensége miatt.)

Érdekes módon a Lepesinszkája munkáiban megmutatkozó tudományos dogmatizmus összefonódott a sztálini személyi kultusszal. Lepesinszkája könyvét a következőképpen fejezi be: „befejezésül feltétlenül le kell szögeznünk, hogy ez a munka csakis a Szovjetunióban volt lehetséges . . . ahol a tudomány fejlődéséről vezérünk, nagy tudósunk, szeretett Sztálin elvtársunk gondoskodik”.³ Világos, hogy erre a válasz nem is lehetett más, mint az, hogy Lepesinszkája megkapta a maximális védelmet, amiről saját könyvében állítja ki a legszomorúbb bizonyítványt: „érdekes — írja —, hogy a cikk (a leningrádi citológusok egy csoportja által írott cikk) aláírói közül három éven keresztül egyik sem bátorkodott egyedül fellépni a sajtóban könyvem lényegébe vágó kritikájával. Csupán a 12 aláírás kölcsönös fedezete alatt határozta el az aláírók mindegyike, hogy résztvesz »tudománytalan koncepcióim« leleplezésében”.⁴

Nézzük talán meg tudományos szempontból Lepesinszkája munkásságát. A sejttan klasszikus tanítása szerint a sejt a legkisebb élő egység, és sejt csak sejtből

³ Lepesinszkája, Olga Boriszovna, *A sejtek képződése az élő anyagból és az élő anyag szerepe a szervezetben*. Budapest 1951. 228. old.

⁴ I. m. 221. old.

keletkezhetik. Ez utóbbi igazságot — vagy hipotézist — csak azon az alapon lehetett volna megdönteni, ha kiderül, hogy sejt keletkezhet nemcsak sejtből, hanem sejtforma nélküli élő anyagból is. A fenti Virchow-féle megállapítást mint reakciós megállapítást Lepesinszkája elvetette, mert hiszen ez az állítás a teremtetést, a kreacionizmust igazolja, hiszen az élő anyagok ezek szerint az egyszer, valahonnan, valamilyen módon keletkezett élő sejtből alakultak ki, új sejt azóta soha más módon nem jöhetett létre. Lepesinszkája kísérleteiben, állítása szerint sejtforma nélküli élő anyagból sejtek keletkezését tudta megfigyelni. Megfigyelését azonosította az élőlények szerkezeti felépítésének dialektikus materialista felfogásával. Azonban mai kórtani elképzeléseink és azt lehet mondani az orvostudomány egész elmélete legnagyobbbrészt a Virchow-féle fogalmazáson, a klasszikus sejttanon alapszik, bár ma már másképpen fogalmazzuk meg a sejt jelentőségét. Ha a korábbi felfogást sikerül megdönteni, úgy az egész orvostudomány alapját át kell fogalmazni. Nem kétséges tehát, hogy azt az elméletet, amelynek alapján ilyen nagy jelentőségű változás léphet fel egy tudományban, csak jól és helyesen végzett kísérletekhez kapcsolva lehet elfogadni. Lepesinszkája kísérleteit több országban felülvizsgálták, megerősíteni azonban nem tudták.

Mindamellet, hogy Lepesinszkája kísérleteit nem lehet elfogadni, tény, hogy ma már az élő szervezetek felépítését nemcsak sejtekből képzeljük el, hanem a sejtközötti anyagnak is döntő jelentőséget tulajdonítunk, amely sejtközötti anyagok növekedni és szaporodni képesek. Nem állítja már senki, mint Virchow állította, s amely állításával szemben Lepesinszkája harcolt, hogy az élő szervezetek legkisebb egysége a sejt, és hogy az élethez feltétlenül a klasszikus értelemben vett sejtforma szükséges. Gondoljunk csak a baktériumokat pusztító ún. fágokra, vagy a vírusokra, melyek-

nek nincs sejtalakjuk, mégis növekszenek, szaporodnak és az élet jelenségeit éppúgy mutathatják, mint a sejtek. Vagy gondoljunk arra, hogy az orvostudomány ma már a sejtközötti rostállomány kórtanáról, a kollagén betegségekről stb. beszél.

Lepesinszkája tehát nyilvánvalóan egy olyan szemlélettel vette fel a harcot, amely több évtizeddel ezelőtt volt elfogadott, és olyan módszerekkel vette fel a harcot, amelyek a tudományban károsak. Nem lehet Virchow-val egyetérteni abban, hogy a sejt mindig csak sejtből jön létre, mert az ilyen kreacionista tanítás ellen nemcsak világnézeti, hanem igen komoly természettudományos érvek is szólnak. Virchow cáfolatához azonban teljesen szükségtelen annak bizonyítása, hogy sejtek a mai körülmények között nem sejtes élő anyagból jönnek létre. Ezt kísérelte meg bebizonyítani Lepesinszkája. Neki és követőinek azonban erre csakis akkor lett volna szabad következtetniök, ha a kísérletek jók, alaposak lettek volna, és az ellenőrző vizsgálatok is beigazolták volna azok helyességét. Így azonban nem történt más, mint hogy a személyi kultusz eredményeként a vitatható kísérletek — az elméleti alap vitathatatlansága miatt — vitán felülivé váltak.

Egyenesen megdöbbenő, hogy módszertanilag mennyire hasonlított Virchow és Lepesinszkája eljárása. Virchow azt állította, hogy miután ilyen jelenséget *ma* nem észlelünk, soha nem is volt lehetséges. Lepesinszkája azt állította, hogy miután ilyen jelenséget *ma* észlelünk, tehát az élet hajnalán is így kellett történnie. Nyilvánvaló, hogy ami *ma* nincs, az nem jelenti azt, hogy nem is lehetett, és az, hogy *ma* van, nem jelenti azt, hogy azelőtt is mindig így volt. Ugyanakkor az, hogy természettudományosan nem sikerült bebizonyítani, hogy jelenleg az ontogenezisben sejtenkívüliből sejtes lesz, azzal a veszéllyel járt, hogy egyesekben az a téves hit kapott lábra, hogy ez — tehát a sejtnélküli-

ből való sejtképződés — történelmileg, filogenetikailag sem igaz, ahogy ezt Virchow állította.

6. *A genetikai vita*

Talán kevésbé pregnáns, de nem kevésbé káros megjelenése volt a személyi kultusznak és dogmatizmusnak a tudományban az, ami a genetikai kérdésekben megnyilvánult. Ez természetesen nem is csodálható. Az átöröklés az a terület, ahol a materializmus és az idealizmus, mint már annyiszor a biológia történetében, a legélesebben csapott össze. Itt természetesen nem beszélhetünk az egész kérdéskomplexumról, csupán egynéhány problémát emelhetünk ki, azonban ez az egész problémakör lényege.

Az a törvényszerűség, melyet mindenki ismer, tehát hogy az élőlények hozzájuk hasonló utódokat hoznak létre, a természettudomány egyik sarkalatos kérdése, melynek mélységébe a tudomány csak fokozatosan tud behatolni, és ezáltal időt ad a legkülönbözőbb munkahipotézisek felállítására.

Miután az utódok az anyai- és apai ivarsejtek útján jönnek létre, bizonyos, hogy ezekben a sejtekben kell keresni azt a tényezőt, mely a tulajdonságokat az utódra átviszi. Innen származott Weismann azon elmélete, hogy az ún. idioplazma halhatatlan, változás nélkül száll apáról-fiúra és így tovább. A test többi sejtjeinek a csirasejtekre semmi hatásuk nincs, az ivarsejtek csak lakásnak tekintik a testet anélkül, hogy azzal valamilyen kapcsolatuk volna. Morgan amerikai kutató azt találta, hogy a magban az ún. kromoszómákban van elhelyezve az az átörökítő anyag, az ivarsejtekben tehát a mag az átörökítő tényező, a sejtmag e tekintetben független a sejt többi alkotórészétől. Ez volt a kiindulási alapja a Weisman—Morgann féle elmélet-

nek, amit ők növényeken és az ún. gyümölcslégyen igyekeztek bizonyítani. Született egy metodika, amely az örökléstani kutatásokat előmozdította, és fejlődésében odáig jutott, hogy bizonyos külső beavatkozásokra, pl. hő, mechanikai, kémiai vagy sugárhatások eredményeként, változásokat tudott létrehozni. Ezeket a megváltozásokat más kutatók mutációknak nevezték el, és keresték az e behatásokra támadt változások okát, vizsgálták a mag anyagát. Wettstein 1924-ben végzett vizsgálatai óta ismeretes, hogy az öröklésnek plazmatikus tényezői is vannak. A maggal való fokozottabb foglalkozást mégis az magyarázza meg, hogy a kísérleti módszerekkel jobban meg lehetett a sejt magját közelíteni, azzal könnyebben tudtak dolgozni. Így alakult ki egyesekben a maganyag mindenhatóságának a fogalma.

A másik irányzat nem az örökítő anyag konzervatívizmusát hangoztatta, hanem éppen ellenkezőleg, annak változékonyságát kutatta. Azt vizsgálta, hogy a külső körülmények milyen hatással vannak az átörökítő anyagra. Ez az irányzat gyakorlati célkitűzésekkel indult, és a tulajdonságok megváltozását annak tulajdonította, hogy a szervezet a megváltozott környezethez alkalmazkodni fog és ezért megváltozik, vagy elpusztul. Ez az irányzat, melyet Micsurin dolgozott ki, nem vizsgálta a sejteket, hanem nagyszámú kísérlet útján a kívánt körülményekhez legjobban adaptálódott egyedeket vitte tovább. Micsurin tanításait Liszenko fejlesztette tovább és az ő nevéhez fűződik ezen irányzat mai térhódítása.

Ez az irányzat irányította a figyelmet arra, hogy az anyagcsere a legdöntőbb életjelenség, és ennek ismerete nélkül az öröklődés nem érthető meg. Szakít az öröklődés megváltoztathatatlanságának gondolatával, és a súlyt az élőlény és környezetének kölcsönhatására fekteti. Hangsúlyozza, hogy azok a változások, melyek örökletesek lesznek, ugrásszerűek és nem lassú evo-

lúció útján jönnek létre. Az ugrásszerű változások a másik irányzat mutációinak felelnek meg. Míg azonban a morgani genetika megkülönböztetett irányított, tehát akaratlagosan előállított és ún. spontán mutációt, addig Liszenkó irányzata e mesterkélt felosztást tagadja. Anélkül, hogy továbbmennénk és belemélyednénk ezeknek a kérdéseknek a fejtegetésébe, rá kell mutatni, hogy a két irányzat között az éles ellentétet a nomenklatúrai eltérés is okozza, és ezért sokszor nehéz a problémákat közös nevezőre hozni. A micsurini irányzat a terminus technikust teljesen félreértve, nem fogadja el a spontán mutációt, mert e spontaneitás mögött indeterminizmust tételez fel, és ezért idealistának tartja ezt a felfogást. Ilyen szempontból — tehát úgy, hogy ok nélkül keletkeznék — spontán mutáció valóban nincs is. De abban az értelmezésben, hogy a spontán mutáció kiváltásához valóban nem szükségesek különleges ingerek, hanem átlagos életfeltételek mellett is állandóan létrejönnek, másrészt a mutáció eredménye az esetek többségében nem biztosít alkalmazkodást, hanem pl. hőingerre létrejöhet olyan mutáció, amely az állat fényérzékenységét befolyásolja, és így az állat mindennapi életében semmilyen élettani összefüggésben nem áll a kiváltó ingerrel, — mindez vezetett oda, hogy az ilyen mutációkat spontánnak nevezték el. A mutációnak oka van, eredménye azonban az állat életmódja szempontjából vizsgálva, véletlen. Ebben az esetben tehát a szükségszerű — a véletlen formájában jelenik meg, mert azok a kémiai történések, melyek pl. az élő anyagban az élet folyamán állandóan végbemennek, szükségszerűen hozzák magukkal a változást — a spontán mutációt.

Lényegében három nézetet ismerünk, melyek öröklődési elképzelésekkel rendelkeznek. Ezek közül kettő a jelenleg ismert tények értelmezésében materialista tendenciát mutat. Az egyik azt mondja, hogy az öröklés valamilyen öröklési anyaghoz kötött, és ez az

anyag a sejt magjában, az ún. génekben van. A másik szerint az örökítés jelensége ugyancsak anyaghoz kötött, de az anyag nincs a génekben lokalizálva, hanem a csirasejt egészében mindenütt, sőt az egész organizmusban is megvan, annak mintegy a tulajdonsága éppen úgy, mint az ingerlékenység vagy hőérzékenység stb.

A harmadik nézet szerint az öröklés az anyagtól független. A tudományos kutatás szempontjából e nézet nem jöhet számításba, kimondottan idealista jellegű, vele tudományos kísérleteket folytatni, vagy akár csak magyarázni is, nem lehet. A komoly genetikai kutatások nem ennek az elméletnek a felhasználásával történnek általában az ún. morganista irányzaton belül sem.

Van tehát két filozófiaiilag materialistaként elfogadható elmélet. A vita nyilvánvalóan akörül forog, hogy az örökítő anyag lokalizáltan vagy nem lokalizáltan, ill. a környezet által erősen befolyásolhatóan van-e jelen a sejtben. E kérdés azonban nem ideológiai, hanem szaktudományos probléma. Az idealizmus és materializmus között folyó harc, mint mondtuk, megengedi, hogy többféle materialista nézet lépjen fel egymás mellett. Tehát függetlenül attól, hogy a különböző genetikai koncepciókból elhamarkodva különböző filozófiai konzekvenciákat vonnak le, a vita alapját mégis ténykérdések adják, amelyek között világnézeti tételekkel dönteni nem lehet. A problémákra a kísérleteknek, a tudományos ténymegállapításoknak kell megadni a választ. Ideológiai alapon tehát nem ítéltető el az a vizsgáló, aki az átörökítő anyagot a sejt magjában keresi. A materializmus és az idealizmus közötti fő különbség az anyag és a tudat kapcsolatának különböző értelmezésében rejlik, nem pedig abban az eredményben, hogy az átörökítő anyag lokalizált, avagy sem. Mégis, e két materialista nézet között ideológiai harc fejlődött ki, s azt mint a nyugati és a keleti genetika ideológiai ellentétét állították be.

Ma már tudományos kísérletek bizonyítják, hogy a kromoszómák anyagában az ún. DNS képviseli a kezdeményezést, melynek az átöröklésben szerepet játszó hatására a folyamat elindul. Ez az anyag azonban csak akkor tud érvényesülni, ha együtt él a sejt testével. Lehet génátültetésekkel vagy géneltávolításokkal befolyásolni az átöröklés menetének egyes részleteit, de az általános jellegzetességek átvitelét a gén csak a környező sejttesttel együtt tudja végezni, s ez abban a folyamatban nyer kifejezést, amelyet a sejt anyagcseréjének nevezünk. E szempontból tehát a micsurini biológia a kérdés döntően fontos oldalát kutatja, és az átöröklés kérdését ezen keresztül igyekszik megközelíteni. A morganisták sokszor semmibe veszik azt a tényt, hogy a nukleinsavak, éppen úgy, mint az élő szervezet minden vegyi alkotórésze, nem abszolút önálló, autonóm képletek, hanem csupán egy bonyolult heterogén rendszernek integráns alkotórészei. Az öröklődés morganista irányzata éppen ezek miatt került ellentmondásba sok biológiailag megállapított tudományos tétellel.

Tekintetbe kell azonban azt is venni, hogy a genetika mai állása már teljesen eltér Weismann tanításától, s ezért nincs értelme azzal vitába szállni, miután nyilvánvalóan az a genetika fejlődésének egy többé-kevésbé elavult szakát képezi. Különbözik azonban a mai álláspont Morgan felfogásától is. A modern sejtkémia fejlődésével legtöbbször másképp fogalmazzák meg a kérdést, mint ahogy azt annak idején tették, és ezen az állásponton van ma már a klasszikus genetikai módszerrel dolgozók túlnyomó része is. A kritika azonban feltétlenül vonatkozik a micsurini—liszenkói álláspontokra is, hiszen bár láthatólag az öröklődést az egész csirasejt tulajdonságának tekinthetjük, helytelen mégis azt úgy felfogni, mintha a sejt és a szervezet valamennyi alkotóeleme az öröklődésben azonos értékű szerepet játszana.

A probléma, mely filozófiai és módszertani szempontból jelentős, ezekből az alapkérdésekből adódott, de erősen eltorzult. A micsurini—liszenkói vizsgálatok, melyek növényeken történtek, nem mindenben igazolták a morganista elképzeléseket — melyek túlnyomórészt állati anyagon történő vizsgálatokon alapultak —, sőt attól jelentős mértékben eltértek, de mindenesetre nem tangálták a morganista genetikusok által felismert tényeket, tehát az öröklődés anyagi alapjait. Azt mondhatnánk, hogy a morganisták tényei sok esetben alapvetőbben cáfolták a korai morganista elképzeléseket, mint a liszenkói irányzat tételei. Liszenkó ugyanis tovább fejlesztette a micsurini irányzatot, anélkül, hogy megvizsgálta volna a morganista tényanyagot, és elvetette a morganista genetikusok eredményeit (tényeit) teljes egészében. Liszenkó követői ezt még inkább megtették, és mindenekelőtt filozófiai meggondolások alapján folytatták a vitát a morganistákkal. Az elvi meggondolások, mint ez a fentiekből is kiderült, jelentékeny részben helyesek voltak, a tények elvetése azonban mindenképpen helytelen. A helyes az, ha mindkét materialista irányzat tényanyagát egyaránt értelmezni próbáljuk, a meglévő általános tényanyagot a saját elvi alapunktól kiindulva magyarázzuk.

A fentebb felhozott két példa — tehát a sejtek keletkezésének és a genetikai vitának problémája — külön érdekessége, hogy ezek művelői úgy léptek fel, mint akik a tudományos dogmatizmus ellen harcolnak, amikor maguk körül a legerőteljesebb tudományos dogmatizmust alakították ki. Ugyancsak a fentiekből derül ki, hogy e tanok hirdetői igen sok helyes elvi következtetést vontak le. De éppen azért, mert dogmatikusak voltak, nem tudták meglátni mások tudományos tényeinek értékét, másrésről munkájuk megalapozatlansága veszélyeztette munkájuk helyes részének objektív megítélését is.

Mi tehát a megoldás? A tudományos vita, amelyben több egymás mellett futó materialista nézet is lehetséges, ha mindkettőnek megvan a maga tényalapja. Helytelen azonban az olyan tudományos vita, amely abból indul ki, hogy én materialista vagyok, ha nem hiszed el, amit mondok, akkor te nem vagy materialista, ha nem vagy materialista, idealista vagy, ha idealista vagy, akkor nem vagy vitaképes.

A dialektikus materializmusnak a természettudósok számára két alapvető tétele van. Ezek szerint a természetet olyannak kell venni, mint amilyen, és semmit sem szabad mesterségesen a természetbe belemagyarázni. Másrészt a marxista filozófia eleve nem tart igényt arra, hogy kizárólag örök igazságokat hirdessen, hanem kijelenti, hogy a tudomány minden újabb felfedezését be kell építeni a dialektikus materializmus elméletébe úgy, ahogy a tudományok fejlődnek. Így természetesen az elmélet is mindig változik, fejlődik. Ez a két tétel biztosítja a dialektikus materializmus tudományos jellegét és biztosítani tudja érvényességét.

A FEJLŐDÉS FOGALMA A FILOGENEZISBEN

A tudományos igazságok keresésének és megtalálásának egyik fontos tényezője, mint már korábban mondtunk —, a helyes értékelés, a helyes szemlélet, amely nélkül eltévedünk a feltárt adatok rengetegében. A helyes értékelés pedig számos fogalom tisztázását kívánja meg. Ilyen fogalmak egyike a fejlődés is. A haladás, a fejlődés gondolata egyike azoknak a kérdéseknek, melyek számtalanszor bukkannak fel különböző formában, de még ma sem állíthatjuk, hogy mindenki egyértelműen magyarázza a fejlődést, sőt olyanok is vannak, akik tagadják a fejlődés gondolatát. A fejlődés fogalmát még ma is sok értelemben használják, ami már nem kevés félreértést okozott a tudományos definíciókban.

A tudomány fejlődése nem pusztán empirikusan szerzett tapasztalatok útján történt, hanem különböző elméletek és hipotézisek alapján is. A sikeres tudományos eredményeket a sikeres elgondolások tették lehetővé. Ezek az elméletek, amelyek a sikereket eredményezték, materialista elméletek voltak. Az idealista elméletek alárendelt szerepet játszanak a természettudományban, nem lehet azonban azt mondani, hogy ilyenek nincsenek. Ma is sokan vannak, akik lehetetlennek tartják azt, hogy az élő anyag előállítása valaha is — a tudományos kutatások eredményei alapján — sikerülni fog. Éppen úgy lehetetlennek tartották még a XIX. század elején, hogy szerves anyag laboratóriumi előállítása sikeres lehet. Valóban, ez egyik nagy kérdése a mai természet-

tudománynak akkor, amikor a régmúlt eseményeinek tisztázásával — élet keletkezése — a jövő lehetőségeit tárja fel. Ma a fehérjeszintézis lehetőségeinek korszakában nem merészség a fejlődés kutatásával az élő anyag, tehát a szerveződés mesterséges előállítását, létrehozását remélni.

Széles skálája van azoknak a jelenségeknek, melyeket a fejlődés fogalmába sorolnak és bár ezek nagymértékben eltérnek egymástól, mégis bizonyos alapjelenségekben, ha variábilisan is, de gyakran egymás mellett jelentkeznek. A szervezet valamely részének kialakulása egy közömbös szövetből, amit differenciálódásnak nevezünk, a jellegzetes alak kiformálódása — a morfogenezis — az idők folyamán bekövetkezett érés vagy öregedés, valamilyen funkciózavar után bekövetkező helyreállítás vagy elveszett részek pótlása, a regeneráció stb. mind, mind sokszor belekerül a fejlődés fogalmába.

Bár a fejlődés fogalma nemcsak a biológiában, sőt még nem is csak a természettudományban, hanem általában a tudományban alapvető princípium, egyaránt feltétlen törvénye az élő és élettelen világnak, mégis szükséges jelenleg fejtegetésünket az élővilág szemszögéből alkalmazni.

A biológia mint tudomány, éppen a fajok fejlődése körüli elméleti harcokból alakult ki. A változás, a fejlődés gondolatát az élővilágban először a francia forradalom idején vetették fel komoly formában. A fejlődés gondolatát megtagadó linnéi koncepció előtt még igen nagy jelentősége volt Cuvier tanának, aki az állati kövületeket tanulmányozva megállapította, hogy a ma élő állatfajok különböznek a kihalt állatfajoktól, és a paleontológiai bizonyítékok súlya alatt rájött arra, hogy az élőlények különbözőek voltak a különböző geológiai korszakokban. Ennek magyarázatát nem tudta adni. Cuvier tanítványai nem azt a következtetést vonták le ebből, hogy az állatok az idők folyamán fejlődtek,

hanem azt, hogy a Föld több kataklizmán ment keresztül, és minden katasztrófa alkalmával elpusztultak az állatok és a növények, majd újra teremtdtek. Cuvier tanítványai az egy isteni teremtés helyére egész sor megismételt teremtő aktust állítottak, és a csodát a természet lényeges tényezőjévé tették. Darwin óta Linné tétele a fajok állandóságairól, vagy a kataklizma-elmélet, már a múlté. De Lamarck volt az a filozófus, aki a kérdést az élővilág szempontjából kardinális tétellé tette. Az élet, a fejlődés törvényeinek kutatása jegyében született meg 1809-ben Lamarck nevezetes műve a *Philosophie Zoologique*. Ez már a fejlődésellenes támadással szemben lépett fel. Lamarck hatalmas lépéssel vitte előre a fejlődés koncepcióját. A marxizmus klasszikusai felismerték a lamarckizmus materialista magvát.

A marxista dialektikus elmélet szerint a fejlődés szigorúan törvényszerű folyamat, melyben a szükség-szerűség utat tör magának az eltérések és véletlenek láncolatán keresztül. A fejlődésben mindig valami új jelenik meg, és a régi elhal, a fejlődés tulajdonképpen az átmenet az egyszerűből a bonyolultba, a fejlődés mindig emelkedő, progresszív folyamat, mely nemcsak mennyiségi, hanem gyökeres minőségi változásokat is magában foglal, amelyben a fokozatos evolúciós mozgásszakaszok revolúciós, ugrásszerűen változó formákkal variálódnak. A fejlődés mindig harc közben születik meg, mely a régi és az új, az elavult és a keletkezőben levő között folyik. Ezt a harcot a dialektikus-materialista elmélet minden fejlődés mozgatóerejének tekinti. A természetben minden mozgásban, változásban van, ha pedig minden fejlődik, úgy ez minden létezőnek egymásba való kölcsönös átmenetét jelenti, mivel a fejlődés nem egyszerűen általános örök növekedés, ill. nagyobbodás, hanem mennyiségi változások átcsapása a minőségbe.

A dialektika szerint a fejlődés abszolút, és a nyugalom relatív. Az antidialektikus szemlélet a nyugalmat

feltétlennek tekinti. Egy másik felfogás tagadja a nyugalmat. Egyes filozófusok azt állították, hogy a természetben a különböző ellentétes erők semlegesítik egymást, és ezért nem kereshetjük a természetben a mozgás belső forrásait. Az ún. voluntarista filozófiának vannak olyan tételei, hogy az egész világ semmi, csak másnak az akaratából válik valamivé. Lehetne még tovább sorolni a példákat, hogy a különböző filozófiai irányzatok hol a változást, hol a nyugalmat abszolutizálva, hol pedig a változás okát a természetén kívül helyezve, mennyire nem tudják e problémát megoldani.

Ezek a meghatározások magukban foglalják általában az ellentétes vélemények magvát, melyeket mint jellegzeteseket kiindulásul ismernünk kell. Úgy gondoljuk, hogy a marxista dialektika feltárásával a fejlődés értelmezése nem hagy kívánnivalót maga után.

Amit eddig a fejlődésről írtunk, azok a filozófia legáltalánosabb tételei a fejlődésről. Távolról sem ilyen egyszerű azonban a helyzet akkor, ha ezeket a tételeket konkrétan a biológiára kell alkalmaznunk. Nem kétséges, hogy ma nem ugyanazok az élőlények népesítik be a földet, mint a korábbi geológiai korszakokban. Ilyen módon a biológia adatai megfelelő tudományos eszközökkel bizonyítják a változást. Ez azonban még nem azonos a fejlődéssel. Ugyanis legkevésbé sem tudjuk bizonyítani, hogy ami korábban élt, az egyszerűbb volt, ami későbbben élt, az a bonyolultabb. Azért sem lehet ezt bizonyítani, mert igen sok faj fejlődése a morfogenetikai bélyegek kétségbe nem vonható egyszerűsítésével járt együtt (regressziós sorok). A régi és az új harca is, mindenesetre a fajokra vonatkoztatva eléggé képletesen értendő, mert igaz, hogy a különböző megváltozásokra hat a szelekció, de a fajképzés előfeltételének az izolációt szoktuk tekinteni. Igaz, hogy nem mindig a geográfiai izolációt, és ilyen körülmények között nemigen fordul elő, hogy az új és a szülőfaj között még akár a

darwini értelemben vett képletes harc is létrejöjjön. Nem segít az sem, hogy ha az alkalmazkodást vesszük figyelembe, hiszen végeredményben ameddig egy faj él, addig bizonyos mértékig feltétlenül alkalmazkodott, és amikor a faj kipusztul, az mindig összefügg a környezetnek a változásával. Ezért alig tudjuk összevetni, hogy egy új faj egy új környezethez jobban alkalmazkodott-e, mint amennyire alkalmazkodott egy régi faj egy régi környezethez. Az élőlények világában a változást nem lehet kétségbevonni és a változások végül is olyan fajhoz vezettek, amely már társadalmat alkot, tehát egészében véve nem kétséges, hogy a változások sora fejlődést jelent. Végeredményben azonban egyetlen olyan kritériumot sem ismerünk, amelynek alapján egy fajt fejlettebbnek mondunk egy másiknál, és a filozófia legáltalánosabb tételei — mint átmenet egyszerűtől a bonyolultig, harc a régi és az új között, a fejlődés progresszív folyamat stb. — semmit sem segítenek a biológiának. Amikor a biológus fejlettebbet mond, ezen általában kronológikusan újabbat ért. Vagy pedig azt érti, hogy egy faj virágzásban van, ami azt jelenti, hogy a faj egyedszáma, elterjedési területe, alfajainak száma nagy. De ez egészen más fogalom, mint az evolúció fogalma. A biológiának ez a problémája szinte ugyanolyan régi, mint maga a származástan, hiszen már Darwin sem tudta mit nevezzen fejlettebbnek. „Ez a tökéletesedés”, melyet a természetes kiválasztással kapcsolatban említ — „elkerülhetetlenül azzal jár, hogy a világon élő lények túlnyomó részének szervezete fokozatosan fejlődik. De ezzel rendkívül bonyolult kérdéshez érünk, mert nincsen olyan természetbúvár, aki mindenkit kielégítő módon meghatározta volna, hogy mit értünk a szervezettségben fejlődés alatt. A gerincesek körében nyilván szerepe van az értelem fokának és az emberi test felépítéséhez való közeledésnek. Azt gondolhatnánk, hogy a változás mennyisége, amelyen a különböző részek és

szervek az embrió állapotból a kifejlett korig keresztül-
mennek, mértéke lehet az összehasonlításnak.”⁵ Itt azu-
tán hivatkozik Darwin bizonyos élősdí rákfélékre, melyek-
nél a kifejlett állat nem mondható tökéletesebbnek a
lárvájánál. „De látni fogjuk, mennyire homályos ez a
kérdés, ha pl. a halakat vesszük szemügyre, melyek
közül némely természetbúvár azokat tartja a legtöké-
letesebbeknek, amelyek, mint a cápák, legközelebb
állnak a kétélűekhez (amphibia), míg más természet-
búvárok a közönséges csontos halakat (teleostei) tekin-
tik a legtökéletesebbeknek, mert ezek kifejezettebben
halszerűek és ezek különböznek a legjobban a gerincesek
többi osztályától. Méginkább szembetűnnek a kérdés
nehézségei, ha a növényekhez fordulunk...”⁶ Itt új
példát hoz fel, majd a XI. fejezet végén leszögezi, hogy
„..... a paleontológia összes főbb törvényei vélemé-
nyem szerint világosan leszögeznek, hogy a fajok termé-
szetes szaporodással jöttek létre és hogy a régi formákat
kiszorították és az új és tökéletesebb formák, a változás-
nak és a legalkalmasabbak fennmaradásának termé-
kei.”⁷

Darwin tehát, bár végeredményben a világ alakulá-
sában az élő világ fejlődésének kétségtelen voltát szegezi
le, felveti a további bizonyítékok keresésének szükségessé-
gét is. Felveti, hogy az evolúciós sorrend nemcsak
kronológiai sorrend és megjegyzi, hogy nehéz megta-
lálni a fejlődés mértékét. Ez valóban sokszor így is van.
Mindenki előtt világos, hogy a fejlődés jelenti az ala-
acsony mozgásformákról a magasabb mozgásformákra
való áttérést. A biológiai mozgásformákon belül azon-
ban ez már igen sok esetben nem ilyen egyszerű. Ha az

⁵ Darwin, Charles Robert, *A fajok eredete*. Budapest
1955. 210. old.

⁶ I. m. 445. old.

⁷ I. h.

öröklődés szempontjából nézzük a kérdést, hasonló nehézségekkel találkozunk. Felvetődik ugyanis a kérdés, hogy az állandó változás, amit nem lehet tagadni, nem csak kombináció-e, az egységek új transzpozíciója, másrészt ha biokémiaileg gondolkodunk, akkor a nukleoproteidek szerkezetének változása mikor jelent fejlődést, pl. a különböző szénatomok melyikéhez történt oldallánckapcsolódáskor stb. Mindezek a kérdések szükségessé teszik, hogy a biológia újabb eredményei alapján a filozófia számára új bizonyítékokat nyújtsunk, valamint, hogy a biológia eredményeinek állandó szintetikus értékelését vigyük véghez.

Ha az élővilág fejlődésén keresztül vizsgáljuk meg a fejlődés princípiumát, akkor két különbséget felmutató fejlődési folyamatot kell említeni. Az egyiket fajfejlődésnek, filogenezisnek, a másikat egyedfejlődésnek, ontogenezisnek nevezzük. Míg az utóbbi az egyed fejlődését jelenti, a megtermékenyítéstől a halálig, az előbbi az élővilág fejlődésén belül annak a fajnak a fejlődését foglalja magába, amelyhez az egyén tartozik. A kettő kapcsolatára alapította Szevercov a filembriogenezis elméletét. Addig ugyanis az összefüggést a kettő között egyoldalúan nézték, melyben az ontogenezis rekapitulálja a filogenezist. Szevercov volt az, aki rámutatott arra, hogy az embriogenezisben fellépő változások a filogenezis új irányainak kiindulópontjai.

A filogenezis természetesen lassú fejlődési folyamat, amely az egyének, generációk egymás utáni sorain keresztül fellépő változások láncolatából tevődik össze. Az egyén a maga rövidebb egyéni fejlődési szakaszával csak egy kis láncszemét képezi faja fejlődésének. Minden élőlény nemcsak egyéni életét, hanem fájának egyik egyedéént, a faj életét is éli, és mint ilyen változik meg. A gyors egyéni változás mellett azonban a faj változása olyan lassú, hogy az egyén életében nem figyelhető meg.

Az egyén életében mutatott változások az egyén életével együtt megszűnnek anélkül, hogy a faj változásában látható nyoma maradna, bár az egyén szerzett tulajdonságai átmennek az utódokra és a faj változását eredményezik. Az élővilág fejlődésének tanulmányozása tehát egyrészt a fajfejlődés, másrészt az egyéni fejlődés tanulmányozására irányul.

A fejlődés princípiuma az idők folyamán sok helytelen nézetten keresztül formálódott, míg eljutott a dialektikus materialista megfogalmazáshoz. A XVII. és XVIII. században a fejlődés magyarázatára az ún. preformáció elméletét állították fel. Ezen elmélet szerint a petében vagy az ondósejtben teljes alakban mintegy előképezve van meg az új élőlény, csak hogy kicsiny láthatatlan nagyságban, és a fejlődés nem más, mint annak növekedése. A preformisták azon vitatkoztak, hogy az új élőlény a férfi ivarsejtjében (ezek voltak az animalkulisták), vagy a petesejtben (ezek voltak az ovisták) foglal-e helyet. Még bizarrabb volt az okkasionalisták felfogása, mely szerint Éva pétéfészkében az emberiség egész, generációkon keresztüli élete benne van úgy, hogy a petében preformálva benne van a következő generáció, melynek nagyságrendben természetesen kisebb ováriumában mintegy beskatulyázva van az egész emberiség, mint egy egymásba helyezett folyton kisebbedő skatulyasor. Az akkori híres tudósok Swammerdam, Malpighi, Spallanzani, Leeuwenhoek, mind preformisták voltak. Amennyire a faj fejlődéséről alkotott zavaros nézetek gátolták a helyes egyedfejlődési nézet kialakulását, annyira igaz ez megfordítva is, — az ontogeneziszről kialakított helytelen nézetek zavarták a helyes fajfejlődési koncepciók kialakulását is. Mind a filozófiai, mind a biológiai vonalon találunk utalásokat a fejlődésre vonatkozólag, azonban a fejlődés gondolatát tudományos bizonyítékokkal Darwin vezette be a biológiába. Darwin nem nagyon kalandozott el a filozófia

területére, de módszertanilag rámutatott arra, hogy milyen nagy jelentősége van a fejlődés gondolatának az élő anyag mozgástörvényeinek feltárása szempontjából. „Úgy tekintünk a természet minden termékére — írja — mint olyasvalamire, aminek hosszú története van. A természetben mindent úgy kell tekintenünk, hogy az nem volt és nem lesz mindenkor olyan, mint amilyen ma. Mindennek története van.”⁸ A Darwin által adott kép a fajfejlődés síkjában a felfelé fejlődés volt a mind magasabbrendű organizáció irányába, a kiválasztás, a tökéletesedés útján. Ezzel szemben az ontogenezis síkján az F. C. Wolff által megfogalmazott ún. epigenezis tana adott elképzelést az egyén kialakulására, mely szerint az élőlény nincs preformálva az ivarsejtben, hanem a megtermékenyítés után fokozatosan bontakozik ki a benne levő törvényszerűségek alapján.

Már itt meg kell jegyezni, hogy újabban Max Hartmann ismét eltért az epigenezistől és magát neopreformistának nevezi. Mint mondja, a petében minden potencia adott és a fejlődésben az öndifferenciálódás fontosabb, mint a függő differenciálódás. Azonban az epigenezis elméletén alapult W. Roux munkássága, aki a petén a későbbi szervezet szerveinek telepeit derítette ki, kimutatva a szervtelepek kölcsönös összefüggését. E kérdésekre itt nem szándékozunk bőségesebben kitérni, tekintve, hogy ezek nem elsősorban filogenetikai, hanem ontogenetikai problémák, melyekről a későbbiekben még lesz szó. Azonban már itt el kell mondanunk annyit, amennyi a filogenezis szempontjából szükségesnek látszik. Roux volt ugyanis az első, aki Lamarck és Darwin gondolatait az ontogenezisben felhasználta, s aki nemcsak egyszerű megfigyelője volt az embrionális fejlődésnek, hanem igyekezett kísérletesen elemezni azt.

⁸ Darwin, Charles Robert, *A fajok eredete*. Budapest 1955. 580. old.

Roux az általa megalkotott irányzatot fejlődésmechanikának nevezte el és megjegyezte, hogy ez a név a mechanika kanti felfogását, mint a világtörténelem általános kauzációját érvényesíti a pete fejlődésére vonatkozólag. A Roux-féle fejlődésmechanika azon részletek és képletek helyzetváltozásait írja le a csirán, melyek az egységes organizmus felépítésében vesznek részt. Roux szerint a szervezet egyéni fejlődésének oka a hozzátartozó szükséges feltételek, ill. elemek összessége. Ezeket az elemeket két principiálisan különböző csoportra kell felosztani: 1. a fejlődés specifikus voltát meghatározó specifikus ingerekre, 2. nem specifikus, indifferens tényezőkre, melyek szükségesek ugyan a fejlődéshez, de nincsenek behatással annak specificitására. A specifikusak magában a szervezetben található és öröklött tényezők. Az indifferensek részben külső, részben belső tényezők. Roux szerint az egyén fejlődési folyamatában a specifikus tényezők a szervezet indifferens részeire hatnak, minek következtében a nem specifikusak specifikusakká lesznek. A Roux-féle elmélet továbbfejlesztője volt Spemann, aki a szerveződésben vezető, irányító sejtcsoportokat ún. organizátorokat állapított meg, melyek hatást gyakorolva a csirára, megindítják abban a sejtek egymástól eltérő fejlődését, a differenciálódást, mely szorosan hozzátartozik az egyéni fejlődés fontos mozzanatához, a szerveződéshez. Az új irányba fejlődő sejtek természete megváltozik, és ez rányomja bélyegét a környezetre, s mintegy induktorként abban változást eredményez és újabb induktor fellépését okozza. A fejlődés tehát indukciók láncolatán keresztül szigorú törvényszerűséggel bontakoztatja ki a mind újabb és újabb részleteket, létrehozva a szervek szabályos szerkezetét a szövetek differenciálódásán keresztül. A Spemann-féle elméletek egymagukban még nem adhatják meg a fejlődés magyarázatát, mert a csirát magát veszik csak tekintetbe és nem illesztik be abba a gondolatmenetbe,

melyet a darwini tanok nyújtanak, s amely elengedhetetlennek tartja a környezetnek mint döntő tényezőnek tekintetbe vételét a fejlődés elemzésében. Egy lépéssel tovább ment már a Child-féle fiziológiai gradiens elmélete, mely a szervezetet a külső környezettel fennálló egységben szemléli és az anyagcserét tekinti a szervezet legfontosabb tulajdonságának. E gradiens elmélet szerint a külső tényezők az anyagcsere intenzitásában gradienseket, fokozatok formájában mutatkozó mennyiségi változásokat okoznak és ezen változások alapján minőségi változások jönnek létre. -A fejlődésileg legaktívabb részletek (organizátorok) a legélénkebb anyagcserével rendelkeznek (domináns területek). A magasabbrendű állatokban a gradiensek helyett Filatov a formaképző apparátusok fogalmát vezeti be és összekapcsolva az ontogenezist a filogenezissel, arra mutat rá, hogy az evolúció folyamán törvényszerűen változik a formaképződés módja. Az evolúció alsó fokozatain a formaképződés a fiziológiai gradiensek szerint történik, a magasabb fokozatokban ezek megszűnnek és formaképző apparátusok jönnek a helyükbe. Így nevezi Filatov az egymásra ható részeket, melyek az ontogenezis folyamán megfelelő konkrét környezeti feltételek mellett a formákat létrehozzák.

Ezek a fenti elméletek vonatkoznak akár a filogenezisre, akár az ontogenezisre, a fejlődés princípiumának megfogalmazásában a materializmus és idealizmus harcát tüntetik fel. Míg a materializmus az egész világ anyagi egységét hangsúlyozza, addig az ún. vitalizmus a szerves és szervetlen anyagok között áthághatatlan határt von. A vitalizmus szerint szerves anyag csak az ún. életerő hatására jön létre. Ma már — miután számtalan szerves anyagot tudunk szintétikusan előállítani — ezt az állítást, ebben a formában az idealisták nem tarthatták fenn, és így lépett a vitalizmus helyébe a neovitalizmus, melynek fő képviselője volt Henri Berg-

son, aki az életerőt élan vitale-lal helyettesítette, valamint Driesch. Másrészt egyesek szerint a tudomány sohasem lesz képes az élet törvényeit megismerni. Ez az irányzat a legtöbb segítséget a pozitivistáktól kapta. Samuel Buttler a fejlődés lényegét azzal igyekezett elkódósítani, hogy azt az élőlények lelki működésére vezette vissza. Azt állította, hogy a fejlődés csupán az élőlények megszokása. Raoul France, *A növények élete* című munkájában kitartott amellett, hogy a növényeknek idegrendszerük van és azt igyekezett bebizonyítani, hogy a növények kiváló feltalálók, tudósok, technikusok. Mint mondotta, tanulhatunk a növények csodálatos világából. A vitalizmus ezen formája az ún. pszicholamarckizmus. Ennek ellentéte a mechanikus materialisták nézete, mely szerint az élőlényekben működő erők teljesen visszavezethetők az élettelen világban uralkodó fizikai és kémiai tényezőkre. Nem a darwini tanok továbbfejlesztését jelenti azonban a Weismann nevéhez fűződő neodarwinizmus, mely a darwinizmust úgy értelmezi, hogy a generációkban szerzett tulajdonságok egyáltalán nem öröklődnek, fejlődés nincs. Tovább vitte azonban ez az elmélet Darwin gemmula elméletét, azáltal, hogy a gemmulákat az idioplazmába helyezte át és így keletkezett a gén-tan, amelyről már beszéltünk. Ez a tan azonban Weismann értelmezésében a darwinizmust tagadó irányzat. Szerinte az idioplazma változása a véletlentől függ. Ez úgy hangzik, mint a predestinációba vetett hit: hiábavaló a küzdelem, a sors kezében vagyunk, sem a nevelés, sem a szociális védelem nem gyógyíthatja meg egy „alacsonyrendű embercsalád” vele született hibáit, ki kell halnia.

A fejlődés helyes, dialektikus-materialista értelmezése még ma sem állhat meg harc nélkül. Vannak akik azt hirdetik, hogy miután a világ létének kezdete volt, vége is lesz és a fejlődés gondolata megbukott. Heribert Nilsson szerint a természet nem ismert alacsonyabb

vagy magasabb formákat, hanem csak különbözőeket. Az alacsonyabb- és magasabbrendű között nincs értékelési különbség. Ezt bizonyítaná, hogy az alacsonyabb formák nem vesztek ki, fennmaradtak a magasabb formák mellett, ami életképességüket mutatja. Az alacsonyabb és magasabbrendű, tehát nem objektív fogalmak. (Amennyire egyszerű ez a probléma a kémiában és a fizikában, olyan nehéz a biológiában, amire a későbbiekben még kitérünk.) Miért volna — mondja — magasabbrendű a több elektronból álló összetett atom, mint az egyszerűbb szerkezetű hidrogén atom? Miért lenne az ember magasabbrendű, mint az állat? Szerinte vannak példák, melyek azt mutatják, hogy a természetben nincs fejlődés. Vannak életformák, melyek nem fejlődtek. A bonyolultság, a szervezettség növekedése önmagában nem érték. Vannak a fejlett fajok mellett degenerált fajok is. Ezek a megállapítások azonban a fejlődés komplexitásának tekintetbevétel nélkül készültek. Heribert Nilsson kérdéseiben és nézeteiben igen sok helyes észrevétel mutatkozik meg, a hiba csak az, hogy ahelyett, hogy megoldotta volna a fejlődés problémáit, a problémák miatt elvetette a fejlődés gondolatát.

Nézzük meg, melyek azok az objektív tények, amelyek alapján — a fenti nézettel szemben — fejlődésről beszélhetünk? Miből vonhatjuk le azt a következtetést, hogy a fejlődés általános természeti törvény?

Elsősorban is, nem ami visszük be illetéktelenül a természetbe emberi fogalmainkat, hanem a természet kényszerít rá, hogy értékmegállapításokat tegyünk, a fejlődés elve a természeti tények visszatükröződése agyunkban. Lehet-e tagadni azt, hogy a Föld történetében volt korszak, amikor sejtélet nem volt? J. G. Crowther szerint minden világsgiget bizonyos létezési formákon ment keresztül, mindegyiknek megvan a maga története, így a Földnek is. A csillagászat és a geológia történeti tudományok. A kémia világának vegyi

elemei a hidrogén atomból keletkeztek. Az anyagnak is keresztül kellett mennie a fejlődésen, és az anyag mindig változik, miközben mindig nehezebb atomok jönnek létre. A természeti jelenségek történeti folyamatokat mutatnak, melyekben a fejlődés az egyszerűből a bonyolult felé történik. Maga a fehérje, az élet létrejötté is egy fejlődési processus útján keletkezett. A Föld keletkezésakor még nem volt élet a Földön, csak később jöttek létre élőlények. Az ember keletkezése is e történelmi eseménysorozatnak a vége. Darwin mutatott rá az élővilág fejlődésére a környezet kényszerítő hatása alatt és szerinte a szervezet adaptációs képessége által eredményezett szelekció szabta meg a fejlődés irányát. Ami pedig azt illeti, hogy még ma is vannak alacsonyabbrendű fajok, arra azt mondhatjuk, hogy igen, de azok sem olyanok, mint amilyenek annak idején voltak, ezek is hosszú fejlődésen mentek keresztül, csak nem abban az irányban, mint amelyben az emberréválás haladt.

A Heribert Nilsson-féle állítások figyelmen kívül hagyják a dialektikát, mely szerint az új születése és a régi elhalása szorosan egybetartozik. Éppen azért az élővilág fejlődése nem elsősorban az élő példányok fejlődésének izolált vizsgálata útján érthető meg, hanem csak akkor, ha a szervezeteket és környezetüket együtt tesszük vizsgálat tárgyává és a fejlődést irányító külső és belső tényezők kölcsönös kapcsolatának megismerésére helyezzük a fő súlyt. Mert csak akkor lesz világos, hogy a folyton változó környezet folytonos adaptációra kényszeríti az egész élővilágot, és eredményezi a darwiní szelekciót. Más kérdés a csökevényes szervek problémája. Az ontogenezisben az ébrény szervezetében is találhatók szervek, melyek később elpusztulnak. De ez sem azt jelenti, hogy itt nincs fejlődés, hanem éppen azt, hogy a fejlődés éppen ezeken a pusztuló szerveken, sejteken keresztül jut el abba a végleges formába, mely az életet

biztosítja. A forma, az alak mindig sejtpusztulás kíséretében alakul ki. A morfogenetikai degeneráció, mely az egyéni fejlődésben mindig annak kísérője, a fajfejlődésben is megmutatkozik egyes fajok pusztulásakor és új fajták keletkezésekor.

A fejlődés döntő kérdése, hogy mi készíti az élő anyagot a fejlődésre, mi a fejlődés, a változás oka? Az első kérdés, ami itt felmerül az, hogy vissza lehet-e vezetni az élő anyag fejlődését egyszerűen kémiai és fizikai törvényekre? Meg lehet-e magyarázni a fejlődést tisztán a kémiával és fizikával? Ennek a kérdésnek megválaszolása tulajdonképpen arra is rávilágít, hogy mi a különbség az élő és az élettelen között.

A materializmus és a világegyetem egységességének eszméje csábítóan veti fel annak gondolatát, hogy az élő szervezet az őt felépítő szerves és szervetlen anyagok kémiai és fizikai sajátosságaitól függ és így ezek ismerete megadja az élet, a fejlődés ismeretét is. Roux módszere, a kauzálanalitikai módszer arra törekedett, hogy a fejlődést fizikai és kémiai elemekre bontsa fel. Nem lehet azonban közvetlenül azonosítani az élő szervezetben végbemenő kémiai és fizikai jelenségek sajátos rendszerét az élettelen természet egyes fizikai és kémiai folyamatainak összességével. Az élet anyagi alapjainak megismeréséhez nem elégséges az egyes atomok és molekulák mozgásának elemzése. A kémiai és biokémiai kutatások elkülönülése szemléltetően demonstrálja ezt éppen úgy, mint a biofizikának mint új tudományterületnek a kialakulása. A sósav tulajdonságait pl. nem ismerjük meg azáltal, hogy a hidrogén és a klór tulajdonságait kutatjuk. Az anyagoknak a szervezetben való mozgását nem lehet csak a diffúzióra, a permeabilitásra, diszperzitásra vagy egyéb fizikai jelenségekre visszavezetni, bár ezek érvényessége az élő szervezetben is kétségtelen. Az élő anyag gél- és sol állományában fellép a gravitáció, a felületi feszültség, az ozmózis, a diffúzió stb., melyek

mind, mint formaképző tendenciák, a részeket tömörítik, diszpergálják, nyomási és húzási erők érvényesülnek, és egy egyén szerkezeti vagy egy faj filogenetikai modelljének formáját és funkcionális egységét alakítják ki. A félvezetők és az elektronikus gépek kutatásával rájöttek arra, hogy az élettelen természet tulajdonságait megismerve ezek között olyan kapcsolat jöhet létre, melyre már egyáltalán nem érvényesek az elemek klasszikus törvényszerűségei. Az a régi felfogás, hogy a bonyolultat mindig maradéktalanul vissza lehet vezetni az egyszerűre, a múlté, ill. ezt csak azonos nívón lehet elvégezni.

Engels idejében vitatkozni lehetett azon, hogy az élet jelenségeit, pl. a tudatot vissza lehet-e vezetni az egyes atomok és molekulák mozgására. Ma már az életjelenségek lényegét mélyebben ismerő kutató nem tesz erre kísérletet. A bonyolultabb rendszerek tanulmányozásakor igenis új kategóriákban kell gondolkoznunk. Tudjuk, hogy azzal, ha a biológiai rendszerek működésének materiális, fizikai-kémiai lényegét egyszerűen visszavezetjük a kémiára és fizikára, nem érünk célt. Az élő világ jelenségei természetesen anyagi jelenségek, melyek alapjait a fizikai- és kémiai folyamatok adják, de a biológiában ezek új minőséget teremtő rendszere lép fel, a szerveződés teljesen új színvonalán.

Az anyagoknak a szervezetben való mozgását nem lehet csak diffúzióra visszavezetni. Az anyagok behatolása élő hártványokon át mindig szorosan összefügg azok kémiai kölcsönhatásával, a sejtek és a citoplazma strukturális elemeihez való viszonyával. Ezek a folyamatok pedig számos más, a szervezetben lejátszódó fiziko-kémiai folyamat befolyása alatt állanak, mint amilyen az anyag- és energiacsere bonyolult folyamata.

Az élő szervezet komplex, többfázisú rendszer, amelyben egészen a molekuláris méretarányokig a több fázist felépítő komplex kémiai rendszerek összetevőinek

reakcióképességén különböző kémiai felületi, permeabilitási hatások kolloidikai tényezők, tehát fizikai törvényszerűségek is uralkodnak, nem is beszélve az enzimek egészen speciális problémájáról. Az élő szervezetben a komplexitás folytán új szint mutatkozik, amelyen a jelenségek már eltérnek az egyszerű kémiai vagy fizikai jelenségektől. Azóta, hogy Engels az életjelenségek materiális lényegének megfogalmazását megadta, sok elvileg új ténnyel és eszmével gazdagodtunk. Jelenleg a kémiai és fizikai analízisnek a biológiai folyamatok mélyébe való behatolása nemcsak, hogy nem vezet mechanikus egyszerűsítésre, hanem gazdagabbá teszi az élő szervezet és az életjelenségek sajátosságáról alkotott elképzeléseinket, és nyilvánvalóvá teszi az életjelenségek materiális alapjainak megismerhetőségét. Az idealista álláspont ennek ellenére azt mondja, hogy a fizikai folyamatoknak az élő szervezetben történő lefolyása teljesen összehasonlíthatatlan az élettelen természet folyamataival, és a fejlődés éppen ezért megismerhetetlen. Lloyd Morgan szerint a fejlődés az első lépéstől az utolsóig annak megnyilatkozása, amit ő isteni célnak nevez. A fejlődés tehát nem az anyag elidegeníthetetlen tulajdonsága, hanem csak külső erő hozhatja létre. Ez a felfogás egybeesik azokkal a korábban említett elméletekkel, amelyek a fejlődésben az életerőt keresik, amely a fejlődéssel járó változásokat létrehozza. Pedig mi hozza létre az anyag változását a fejlődés alatt? A fejlődést két ellentétes tényező befolyásolja. A szervezet konzervativizmusa, melynek következtében igyekszik megtartani szerkezeti egységét, individualitását, és változékonysága, amely miatt ugyanakkor a környezet befolyására változtatnia kell szerkezetén, mert különben az adaptáció nem történik meg és elpusztul. Ez utóbbi kétféleképpen történhet meg. Egyrészt a környezeti hatásokra — ha az állatvilágból vesszük a példát — az egyed az idegrendszer és a testnedvek kémiai befolyása alatt ezek szabályozó,

reguláló munkája következtében szenved változást, másrészt a generációkon keresztül történő környezeti behatások következtében fokozatosan történik a faj adaptációja. Feltételezik, hogy vannak olyan adaptatív változások, melyek átöröklődhetnek és a faj új jellegét hozzák létre. Az egyedfejlődés menetében fellépő változások ilyen módon hozzák létre az új fajok keletkezését, mégpedig a szelekciónak oly szélsőséges értelmében, amelyet eliminációnak nevezünk és amelynek eredményeként a régi fajok eltűnnek. Így az öröklődés mint a változások megőrzésének eszköze, a fejlődés folyamán oka lehet a fajfejlődésnek. Tyimirjazev szerint a fejlődés alapja az, hogy a szervezet és környezete kölcsönösen hatnak egymásra. A külső tényezők nem indifferensek, hanem elsődleges okai a szervezet fejlődésének és változékonyságának és összekapcsolják az ontogenezist a filogenezissel. Darwin az egész kérdéskomplexus magyarázatára, annak mind örökléstani, mind származástani vonatkozására a pángenezis elméletét állította fel. Eszerint vannak öröklésthordozók, ún. pángének, melyeket a vérkeringés a nemi sejtekhez továbbít, azokra hatást fejt ki és ezúton biztosítja az örökletességet. Az egyén életében az erősebben működő szervek pángénjei megnőnek és a nemi szervekhez kerülve, az ivarsejteket befolyásolva, létrehozzák az új variációt. Így kapcsolódik össze szerinte az onto- és filogenezis az öröklés tényében.

De Vries holland növényfiziológus előtt a fejlődést egy hosszú egyenletes folyamatnak tartották, amelyben a változást nem lehet megfigyelni, mert életünk nem elég hosszú a lassú, generációkon át tartó változások megfigyelésére. De Vries figyelte meg, hogy egy és ugyanazon fajból egészen hirtelen egymástól eltérő variációk keletkezhetnek közbeeső forma nélkül, ezek az ún. mutációk. A fajok keletkezése tehát ugrásszerűen történt, belső folyamat következtében. Ezek a kísérletek

Darwin szelekcióelméletét igazolják. (A mutációk létezésén mit sem változtat az, hogy de Vries mutációi későbbi vizsgálatok alapján nem bizonyultak mutációknak). De Vries szerint a mutáció bizonyos periódusokban történik. Egy mutációs periódus értékét 4000 évben látta. Lord Kelvin szerint az élet a Földön 24 millió éve folyik (ma többre becsülik), és a fejlődés 6000 mutációs hullámban játszódott le. Mendel volt mégis az, aki a fajok keletkezését új alapokra helyezte. Szerinte az egyén öröklési egységekből, génekből áll, melyek változatlanok, mint a kémia atomjai. Ezzel azonban megint eljutottunk a genetikai kérdésekhez, amelyekbe jelenleg nem szándékozunk belemélyedni azért, mert még a későbbiekben újra foglalkozunk e kérdésekkel. Éppen így nem térünk rá a differenciálódás problémájára sem, amely ugyan egzakt módon bizonyítja a fejlődést az ontogenezis folyamán, azonban ezzel a kérdéssel a későbbiekben szintén többet fogunk foglalkozni.

Az eddig elmondottakból kiderül, hogy a fejlődés nem emberi fikció, nem magyarázat arról, ami nincs. Az élővilágban az élő anyag mozgása, a fajok és egyének keletkezésének irányában halad és a differenciálódással új részletek megjelenése irányában is. A részletek eltérhetnek, de a főirány megmarad, amikor mind értékesebb tulajdonságok lépnek fel, olyanok, amelyek összhangban a környezet változásával, az életfolyamatok biztosítását szolgálják. A világegyetem egységes megváltozása éppen úgy az objektív valóság visszatükrözése az emberi agyban, mint minden egyéb emberi fogalom. Az ember fejlődése az állatvilágban a többi élőlénynél magasabb fokon áll. Éppen ezért képes a folyamatok értékelésére, azonban maga a haladás természettudományos tény, egyaránt feltétlen törvénye az élettelen és élő természetnek. Több, mint 1 millió állat- és 300 000 növényfaj létezik, amelyek állandóan változnak magukban és változnak a körülöttük levő világgal együtt, és közöttük az

értékelés a fejlődés szempontjából teljes mértékben érthető. A fejlődés tehát létező valóság, melynek mozgatója nem valamilyen misztikus megismerhetetlen földöntúli hatalom, hanem azok a természettudományos törvényszerűségek, melyek a kémia, fizika és a biológia módszereivel tanulmányozva megismerhetők és felhasználhatók arra, hogy a természet és az élet megjavítását szolgálják.

Lényegében mindenki elfogadja a változást, amely a megmaradással együtt azt a dialektikus egységet adja, mely mindig más és mégis mindig ugyanaz. A fejlődés azonban nem azonos a változással. A fejlődés a fennmaradást biztosító változás. A fejlődés egyrészt a belső törvényszerűségek kapcsolatainak eredője, másrészt a belső és külső tényezők kölcsönös kapcsolatának kiegyenlítő-désének irányába hat. Rendellenes belső vagy külső kapcsolatok megzavarják a fejlődést. Az élő anyag változása mindig a fejlődés azon irányába hat, mely az élő anyag fiziológiás kvalitására jellemző. Ez pedig elsősorban az anyag belső és külső összefüggéseinek kapcsolatában történő állandó változás. A fejlődés nagy egységei a kis egységeknek a megmaradás irányába történő változásából táplálkoznak, történjék a kis egységekben a változás pozitív vagy negatív irányban. A fejlődés tehát a szerveződésben az a folyamat, mely a biológiai törvényszerűségek legmesszebbmenő kombinációja útján vezet el az adaptációhoz.

A FEJLŐDÉS FOGALMA AZ ONTOGENEZISBEN

Mint láttuk, a fizikai és kémiai mozgásformákat magában foglaló biológiai mozgás igen bonyolult. Bár e két előző mozgásformát egyesíti magában, mégis több, mint összetevőinek szummációja. Láttuk, hogy a biológiai mozgásban létrejövő ellentmondások eredményezik a fejlődést. Ahhoz azonban, hogy tisztában legyünk ezekkel az ellentmondásokkal, meg kell ismerkedni az ontogenetikus fejlődés alapfogalmaival és ezeket filozófiai szempontból értékelniük kell. Ilyen alapfogalmak a differenciálódás, a dedifferenciálódás, a determináció és az indukció.

I. A differenciálódás és dedifferenciálódás problémája

A fejlődés egyik legfontosabb mozzanata a differenciálódás és az ontogenetikus fejlődéssel foglalkozó tudománynak, a fejlődéstannak egyik legfontosabb kérdése a differenciálódás és dedifferenciálódás mibenléte, ill. ezek egymáshoz való viszonya. E két fogalom meghatározásában éppen úgy szerepet játszanak a természettudományos megfigyelések, mint a jórészt ezeken alapuló filozófiai természetű általánosítások.

A differenciálódás valamilyen sejtben a potenciák, (képességek) fokozatos megfoggyatkozását jelenti, legtöbbször egyidejűleg bizonyos speciális funkció, ill. forma megjelenésével. A dedifferenciálódás ennek megfordítottja, azaz a potenciák visszanyerése, ill. a specia-

lizált funkció és vele együtt a speciális forma elvesztése. Ha azonban tekintetbe vesszük azt, hogy a differenciálódás tulajdonképpen — fejlődéstani értelemben véve — két szakaszra osztható, akkor azt mondhatjuk, hogy a morfológiai megjelenési forma nem döntő. A differenciálódás első szakasza ugyanis a determináció, mely alatt azt a jelenséget értjük, amikor a sejt morfológiai változások nélkül olyan mélyebb, valószínűleg kémiai átalakuláson megy keresztül, amely meghatározza (determinálja) további sorsát. Ilyenkor tehát a potenciák megfogytatkoznak anélkül, hogy a sejt külső alakja megváltoznék. A második szakaszra az jellemző, hogy a potenciák beszűkülésével és a specializálódás kialakulásával együtt jár a külső megjelenési forma megváltozása is, tehát ekkor már funkcionális és morfológiai differenciálódásról beszélhetünk. Ugyanakkor azonban kétségtelen, hogy az utóbbit e szakaszban sem tekinthetjük feltétlenül kritériumnak.

A szomatikus és ivari sejtekben a folyamat egyirányú és vagy a differenciálódás, vagy a dedifferenciálódás irányába halad. A sejt ontogenezisét tekintve tehát a differenciálódás folyamatos fejlődésnek felel meg, míg a dedifferenciálódás egy ősből állapotba való visszatérést jelent, melyből normális esetben újabb, egyenes irányú fejlődés következtében az eredeti típusnak megfelelő sejt jön létre. Miután elvileg minden sejt képes dedifferenciálódni és normális esetben ezt a differenciálódás követi, azt mondhatjuk, hogy a két folyamat egyugyanazon jelenség kétirányú manifestációja, sőt bizonyos esetekben azt is elmondhatjuk, hogy a két jelenség egyidejűleg található meg a sejtben. Ez azonban normális körülmények között szomatikus sejtben nem lép fel, hanem csak a női ivarsejtben, a petesejtben.

Az egész organizmus egyetlen sejtből, a megtermékenyített petesejtből indul fejlődésnek. Nyugodtan állíthatjuk tehát — ha az egyén ontogenezisét vesszük tekin-

tetbe —, hogy a legdifferenciálatlanabb sejt a megtermékenyített petesejt, hiszen ez rendelkezik mindazokkal a képességekkel, melyek az egész bonyolult organizmus létrehozásához szükségesek. Azonban jogosan merül fel a kérdés, hogyha nem a petesejtből indulunk el, hanem jóval előbből és a fejlődési folyamat vizsgálatakor a petesejt egyedi fejlődését — ontogenezisének — is figyelembe vesszük, beszélhetünk-e a petesejtről mint a legdifferenciálatlanabb sejtről?

A petesejt egyedi fejlődésében a kiindulási pontot az őspetesejt — oogonium — képezi, mely igen differenciálatlan sejt, ennek ellenére unipotens, csak petesejtté, ill. az ennek megfelelő sarkitetté képes létrehozni. A növekedési periódus, majd az első érési osztódás után jön létre a másodrendű oocita, amely már megtermékenyülésre kész sejt. E sejt érett sejtforma, amely további, saját magától lényegében eltérő sejt létrehozására képtelen. Ugyanez vonatkozik az érett petesejtre is, mely sejt-központját elvesztette, kromoszómaszáma feleződött, nagysága extrém, tehát joggal túlérlett sejtnek tekinthető. A sejt eme stádiumában — és ez természetesen elsősorban emlősökre, amfibiáknak és madarakra vonatkozik, amint ahogy példánkat is elsősorban e körből merítjük és következtetéseinket is ezek alapján vonjuk le — gyakorlatilag életképtelen, aktív mozgásra és szaporodásra képtelen és amennyiben a megtermékenyítés nem következik be, rövidesen elpusztul. Azt mondhatnánk, hogy olyan differenciált sejtforma, amely a szervezetben ezen kívül nem fordul elő, természetesen a hím szervezetben meglevő pandanjától, a spermiumtól eltekintve.

Ebbe a túlérlett sejtbe hatol be a spermium, és lezajlik a megtermékenyítés folyamata. Ennek hatására a túlérlett, degenerációra ítélt sejt teljesen dedifferenciálódik — anélkül azonban, hogy saját ontogenezise folyamán kialakult morfológiai jellegét elvesztené —, és létrejön az a sejt, amely az egész szervezet létrehozására

képes. Az a furcsa szituáció áll elő, hogy a sejt dedifferenciáltsági foka mélyebbre száll, mint amilyen ősalakjáé, az oogoniumé volt, hiszen míg az utóbbi, mint mondtuk, unipotens sejt, addig a megtermékenyített petesejt omnipotens. Ez egyidejűleg azt is jelenti, hogy képességei annyira kiterjedtek, hogy az egész szervezet, és ebben differenciálódás útján, saját ősalakjának újból-képzésére is képessé válik.

A folyamat, amely lezajlik, rendkívül bonyolult, azonban az, hogy e bonyolult folyamatot nem minden részletében ismerjük, semmit sem változtat a fentebb elmondottakon. Talán ellenvetésként fel lehetne hozni, hogy a megtermékenyített petesejt két sejt — hiszen a spermium és ovium egyesüléséből keletkezett —, azonban ezen ellenvetést semmissé teszi az, hogy, ha a petesejtet nem spermium termékenyíti meg, hanem művi úton végezzük el a processzust, tüvel vagy hővel indítjuk meg a fejlődést, a folyamat ugyanúgy létrejön.

Úgy látszik tehát, hogy a petesejt túlérettségét okolhatjuk elsősorban a folyamatért, azért, hogy a teljes differenciáltság mögött olyan energiák voltak meg látens módon, melyekből a kellő időpontban alkalmazott behatás eredményeként az omnipotentia kialakult. Itt rendkívül nagy ellentmondás van magában a sejtben, az, hogy a maximális differenciáltság a maximális differenciálatlanságot fedte el. Azonban ugyanekkor hangsúlyoznunk kell a „kellő időpont” fontosságát is, mert pl. az oogoniumot hiába próbáljuk akár művileg, akár spermiumok által megtermékenyíteni, a sejt nem érett arra, hogy a belső ellentmondások kifejezéseképpen a dedifferenciálódás és a teljesen új, kiteljesedett kialakulása végbemenjen.

Ha a folyamat ilyen módon való lezajlásáért a túlérettséget tesszük felelőssé, meg kell vizsgálnunk a szervezetben levő egyéb magasan differenciált sejteket is. Ezeket elsősorban a magasan specializált funkciót végző

sejtek között kell keresnünk, hiszen az egész szervezet tekintve a differenciálódás valóban úgy történt meg, hogy a minden funkciót, de tökéletlenül végző egy sejt alakult át a megosztott funkciókat végző több sejté, amelyek azonban a megosztás következtében e funkciókat tökéletesebben látják el. Az ivarsejtek után talán a legdifferenciálatlanabb sejteknek tekinthetők az idegsejtek és izomsejtek. Mindkét sejtípus speciális, bonyolult funkciót lát el — áll ez különösen az idegsejtekre —, és úgy látszik, hogy abban a stádiumban, amikor funkcióikat már teljes mértékben képesek kifejteni, szaporodásra képtelenek. E sejtek részéről a petesejtéhez hasonló dedifferenciálódási jelenségeket sohasem találunk. Nem szabad elfelejteni azonban, hogy ezen sejtek nemcsak differenciáltságuk fokában maradnak alatta az ivarsejteknek, hanem különböznek azoktól abban is, hogy mindig az „egész” tagjaiként találjuk meg őket, s nem mint egyedi, individuális sejteket. Ez azonban természetesen nem jelenti azt, mintha a petesejt a szervezettől független lenne.

Az előző kijelentés feltételezi azt, hogy a különvált egyéni sejt és az egészben részt vevő egyéni sejt, amely a sejtkollektíva — szövet, szerv — tagja, jelentősen különböznek egymástól. Ez így is van. Ha pl. szövettenszövetbe ültetünk ki sejteket és ezek szabadon vándorolni tudnak, tehát szoros kapcsolatuk a „kiültetett egésszel” — amely azonban lehet, hogy a tulajdonképpeni egésznek egy része — megszűnik, dedifferenciálódnak és kétségtelenül nagyobb potenciákra tesznek szert, mint amilyenekkel rendelkeztek, amikor az „egész” — szerv vagy szövet — tagjai voltak. Így pl. az explantált belső elválasztású mirigy sejtjei bizonyos idő után elvesztik hormontermelő képességüket, ugyanakkor általános hámképességekre tesznek szert. Az egészben való részvétel tehát mindig a potenciák csökkenését jelenti, ugyanakkor azonban pluszt ad, amely jelentős és amely

pl. az endokrin mirigyek esetében a hormontermelésben nyilvánul meg. Ez a plusz adja meg a teljes organizmus harmóniáját és azt, amit tulajdonképpen mint differenciáltságot jelölünk meg.

Talán érdemes volna még a fentiek alátámasztására megjegyezni, hogy a szervezetben minél lazább elrendezésű valamely szövet, annál kevésbé differenciáltak sejtjei és annál hajlamosabbak dedifferenciálódásra. Vonatkozik ez elsősorban a kötőszövetekre, az ún. retikuláris alapvázú szövetekre — nyirokszövet, vérképzőszövet — és nem vonatkozik a vére, amely folyékony ugyan, de mégis egészen más elbírálás alá esik. A tömött szövetek általában differenciáltabbak: hám, izom stb. Ez is arra utalna, hogy a lazább szövetek esetében a sejtek inkább képesek individuális jellegüket az egésztől függetleníteni, és ezért differenciálódási-dedifferenciálódási képességüket megtartani. Nem lehet itt természetesen arra gondolni, hogy ennek egyszerűen mechanikus magyarázata van, inkább arról lehet szó, hogy e szövetek esetében inkább humorális úton érvényesül a neurális reguláció, amely humorális út filogenetikailag ősibbnek és ezáltal talán lazábbnak tekinthető.

Az egész és a rész e szemszögből történő tárgyalásakor nem térhetünk ki a regeneráció kérdésének taglalására elől. A regeneráció alkalmával a sérülés, ill. hiány hatására a kiegészítő processzust olyan sejtek végzik el, amelyek potenciájukat többé- vagy kevésbé visszanyerték. E potencia visszanyerés túlnyomórészt részleges, amennyiben a sejt nem nyer omnipotenciát, csak a pluripotenciáig jut el, ez is elegendő azonban ahhoz, hogy a regeneráció folyamata végbemenjen. A regenerációs folyamat lezajlása után a sejtek újra differenciálódnak és normális, az „egészben” megszokott funkciójukat látják el. Az ilyen módon lezajlott regenerációs folyamat természetesen nem tévesztendő össze azzal, amikor a regeneráció megszokott funkció, tehát az egész reprezen-

tánsaként jön létre. Ez az ún. fiziológias regeneráció. Ilyen történik pl. a bőr hámjában, amikor a hám elszarúsodási folyamata megy végbe, mint pusztuláshoz vezető differenciálódási folyamat, és ennek megfelelően az alsóbb rétegekből történik meg folyamatosan a regeneráció. Ekkor nem találkozunk dedifferenciálódással, hanem csak arról beszélhetünk, hogy a hám alsóbb rétegei differenciálatlanok maradtak, és differenciálódásuk pusztulásukkal jár együtt ugyanakkor, amikor állandó szaporodásuk lehetővé teszi újabb differenciálódásra képes generációk létrehozatalát. Hasonló jelenséget figyelhetünk meg a vérképzés esetében is.

A nem fiziológias regeneráció esetében is jól meg lehet figyelni a közösség differenciáló hatását. Ha pl. embrionális májszövetet ültetünk ki szövettényészetbe, annak parenchimasejtjei dúsan fognak nőni és szaporodni, az epeutak nem. Ha regenerációs májat ültetünk ki, a parenchimasejtek elpusztulnak és az epeutak hámja fog növekedésnek indulni. Az epeutak alacsonyabb differenciáltsági fokot képviselnek, azonban növekedési képességeik az „egészben”, amikor a parenchima is növekedésre képes, nem érvényesülnek. Annál inkább akkor, ha a parenchima elpusztul és így annak hatása alól kikerülnek.

E kísérletek felvetik azt is, hogy talán helytelen lenne a differenciálódás olyan értelmezése, hogy a sejt csak azáltal válhat differenciálttá, ha struktúráját, ill. elsősorban funkcióját eleve mint sejt megváltoztatja. A változást esetleg a környezet hatása idézi elő, és a sejt minden változás nélkül válik differenciálttá azáltal, hogy részt vesz a sejtközösségben és a környezeti hatás megszűntével, anélkül, hogy metamorfózison menne keresztül, a sejt nem a sejtközösségben felvett, hanem sejtvoltából fakadó funkciójának tesz eleget. Elképzelhető tehát a differenciálódási folyamat úgy is, mint nem a sejtben magában, hanem a sejtcsoportosulás eredménye-

ként létrejövő változás. Talán jó példa lehet erre a monociták érendothellé történő átalakulása is, amikor a vándorsejttípus hámot alkot és mint ilyen, differenciáltabbnak tekinthető. E hámban azonban fagocitózisra képes és egyedei, a sejtek, újra individuális sejtekké válhatnak (vérmonociták), tehát a közösségből való kiválás egy magában előidézte a dedifferenciálódást anélkül, hogy a sejt maga lényegében megváltozott volna, akár morfológiai, akár funkcionális értelemben, akár pl. szaporodási képességét visszanyerte volna.

Mint minden anyagi folyamat, a differenciálódás és dedifferenciálódás is időben és térben folyik le, egyszerre abszolút is és relatív is. Egyesek kizárólag mint időbeli folyamatot fogják fel, azonban ez a filogenezisben éppen úgy, mint az ontogenezisben helytelen.

2. A determináció és indukció problémája

A determináció Needham szerint az a folyamat, „amikor az embrió valamely részének sorsa eldől úgy, hogy (ha továbbfejlődik) létrehozza a morfo- vagy histogenezis egy bizonyos formáját, tekintet nélkül arra a helyzetre, amelyben önmaga van”.⁹ Needham e „helyzeten” nyilván a környezettől való függőséget vagy függetlenséget érti. A meghatározás így nem teljes. Spemann meghatározása világosabb, szerinte ugyanis „a csira egy sejtcsoportja későbbi sorsának meghatározása az egészszel összefüggésben és az egész szervezetre való tekintettel történik meg. Ha ez (a determináció) bekövetkezett, úgy a további fejlődés a környezettől függetlenül is, a már megkezdett irányban megy tovább”.¹⁰ Spemann

⁹ Needham, Joseph, *Biochemistry and Morphogenesis*. Cambridge 1950. 682. old.

¹⁰ Spemann, Hans, *Forschung und Leben*. Stuttgart 1943. 314. old.

ezt nyilvánvalóan úgy értelmezi, hogy abban a pillanatban, amikor a folyamat a meghatározott irányban megindul, a környezet már többé nem oka a folyamatnak, hanem csak feltétele. Paul Weiss meghatározása szélesebb, amennyiben szerinte „determináción azt a történést értjük, amikor a meghatározatlanból a meghatározott alakul ki”.¹¹

A meghatározásokból világosan kiderül, hogy a klasszikus definíció, a csira „valamely részére”, „egy sejtsorozatjára” vonatkozik és együtt jár — mint a történes lényege — egy bizonyos meghatározott irány felvételével.

Az indukció Needham szerint „az a megfelelő szöveten érvényesülő morfogenetikai hatás, melyet valamely organizátor induktor, evokátor, idéz elő”.¹² Paul Weiss szerint „indukción azt a jelenséget értjük, amikor a fejlődő szervezet valamely része egy másik rész specifikus reakcióját hívja elő”.¹³ A történes lényege tehát a részek egymásrahatásában van.

A két folyamat érthető módon összefügg egymással. Hiszen az egyik — az indukció — jelenti azt a kiváltó tényezőt, amely a másikat — a determinációt mint a differenciálódás első szakaszát — elindítja. A két jelenség ilyenén összefüggése mindenki előtt világos, azonban, ha a fejlődésbeli történéseket megpróbáljuk más oldalról is megvizsgálni, újabb összefüggések derülhetnek ki.

A determináció értelmezésekor, mint láttuk, két faktor ötlík szembe. Az egyik, hogy a fogalom a csira valamelyik részére vonatkozik, a másik a meghatáro-

¹¹ Weiss, Paul Alfred, *Principles of Development*. New York 1939. 296. old.

¹² Needham, Joseph, *Biochemistry and Morphogenesis*. Cambridge 1950. 685. old.

¹³ Weiss, Paul Alfred, *Principles of Development*. New York 1939. 273. old.

zott fejlődési irány felvétele. Nem kétséges, hogy a determináció lényege a fejlődés irányfelvétele, de ha ezt elfogadjuk, eleve kétségesse teszi a definíció másik részének fontosságát. Az egyes részek irányfelvételét illetően ugyanis előfordul olyan szituáció, amikor a már megtermékenyített petében determinált, hogy az egyes részekből mi alakul ki (mozaik peték). Miután ilyenkor az egyes részek összesen egy sejtet tesznek ki, azt mondhatjuk, hogy maga a pete determinált. A determináció fogalmának ilyen szélesebbkörű alkalmazása felé egyébként maga Spemann is hajlik, amikor azt mondja: „nagyon valószínű, hogy egyes állatokban a determináció korábbi fejlődési fázisokban következik be, mint más állatokban. Ezekben azután egyes részek eltávolítása vagy más helyre átültetése, ha korai stádiumban történik meg, ugyanarra az eredményre fog vezetni, mintha azonos műtétet más állatokban későbbi stádiumban végzünk el”.¹⁴

Úgy látszik tehát, hogy a determináció szélesebb értelmezési lehetősége fennáll. Így helyesebb, ha a determináció definícióját abban az értelemben használjuk, hogy az egy bizonyos irányban történő elindulást és haladást jelent, tehát a meghatározottságot, de ezt a meghatározottságot kiterjesztjük a csiralemezekre és ősbélfedőre is, amennyiben a petéhez viszonyítva ezek kialakulása is meghatározott irány felvételét jelenti.

E nézőpontból értékelve a determináció és indukció tulajdonképpen egy azonos történés két oldalának tekinthető. Nem tisztázott azonban, hogy időbelileg mi következik előbb. Klasszikusan elfogadott ugyanis, hogy alacsonyabb rendű gerincesekben a legősibb organizátor az ősbélfedő, emlősökben az ún. primitív gödör, ill. az ebből kiinduló fejnyúlvány. Ha ezt elfogadjuk,

¹⁴Spemann, Hans, *Forschung und Leben*. Stuttgart 1943. 314. old.

azt kell mondanunk, hogy a determináció időbelileg megelőzi az indukciót, hiszen az első induktor már determinált, amikor indukál. Azt mondhatnánk, hogy a fejlődési folyamatban legelől haladó szövet az első induktor, így az indukció szekundér jellegű. Úgy látszik azonban, hogy itt kizárólag terminológiai problémáról van szó, mert pl. az ősbélfedő sem önmagától indul fejlődésnek és foglalja el azt a helyet, ahol indukciós hatását kifejti, hanem mindezt megelőzi a megtermékenyítés. Ha az indukciót lökésnek fogjuk fel, mely bizonyos fejlődési folyamatokat megindít, akkor az első indukció a megtermékenyítés, ill. az ennek megfelelő inger hatása és az ősbélfedő determinációja másodlagos. Ebből világosan kiderül, hogy a determináció vagy indukció időbeli elsőbbsége viszonylagos.

Próbáljuk meg tovább vizsgálni a problémát. A determináció és indukció igen szoros összefüggését bizonyítja, hogy csak az a szövet indukál, amely már determinálódott. Amely szövet még nem determinált, az indukálódik. Legjobb példa erre az ősbélfedő-, ill. feltételezett velőlemez transzplantációs kísérlet. Ha ugyanis bármelyik még differenciálatlan ektoderma darabkát az ősbélfedő helyére ültetünk, ez ott ősbélfedővé alakul át. Tehát determinálódik. Ezután ha transzplantáljuk, már ez indukálja a velőcső létrejöttét, tehát miután determinálódott (indukálódott), indukciós képességre tesz szert. Ha viszont még determinálatlan feltételezett velőlemez területről veszünk ektoderma darabkát, és azt a későbbi epidermisz területére ültetjük, akkor ebből epidermisz lesz (determinálatlan — indukálódik). Ha a determinációs időpont után ültetjük át, indukálja az ún. tengelyszervek fejlődését (determinált — indukál). Ha a fejlődés folyamatát végignézzük, mindig azt tapasztaljuk, hogy a fejlődésben előbb levő szövet (determinált szövet) indukál.

Mindez nem jelenti azonban azt, hogy az indukált

determinálendő szövetnek vagy sejtnek nem kell az érettség egy bizonyos meghatározott állapotában lenni, tehát nem mindegy, hogy mikor éri az indukciós effektus. Valószínű, hogy éppen úgy, mint a petesejt esetében az érettség — a determinációra való érettség — állapotát el kell érnie, mert különben az indukciós hatás nem tud érvényesülni. Mondhatnánk úgy is, hogy a sejtben jelen kell lennie mindazoknak az energiáknak, melyek a determinációs folyamat lefolyásához szükségesek. Ha az indukció ezen időpont előtt hat, éppen úgy nem tudja a determinációt kiváltani, mintha ezen időpont után hat. Mit jelent ez? Azt, hogy ha az indukciós hatás a megfelelő érettségi fok előtt vagy után jelentkezik, az illető sejtből vagy szövetből legfeljebb az lehet, ami öndifferenciálódási folyamat eredményeként képződik ki belőle. Legjobb példa erre talán a Holtfreter-féle exogasztrulációs kísérlet, amikor is az entomezoderma az ektodermából kifordul, nem jelentkezhetnek az ektodermára ható indukciós tényezők, így az epidermisztömlővé alakul át, de az idegrendszer telepe nem lép fel rajta. E jelenség jogosan veti fel azt a lehetőséget, hogy bizonyos szervek vagy szerv-részletek kialakulásában nemcsak az indukció játszhat szerepet, hanem az indukció hiánya is, tehát fel lehet tételezni, hogy az epidermisz potenciákkal rendelkező ektodermából ott, ahol az indukciós effektus hat, velőtelep, ahol nem hat, ott epidermisz lesz.

Lehet, hogy ezen indukciós plusz és mínusz is beleszól abba, hogy egyazon szervnek vagy képletnek nem minden része determinálódik egyszerre. Így pl. ismertes, hogy ha pigmentált tollazatú madár embriójának farokbőrét fehér madár fejére ültetjük át, itt a fejre jellegzetes tollak alakulnak ki, azonban a tollak pigmentáltak lesznek. Ekkor fel lehet tételezni, hogy a toll színére vonatkozólag a transzplantáció időpontjában már megtörtént az indukció, de a tollformára vonatkozóan

még nem — ezért a recipiens adta meg erre az indukciós impulzust —, de fel lehet tételezni azt is, hogy az indukció csak a tollformára vonatkozólag érvényesül, míg a pigmentáció indukciós mínusz eredménye mindkét esetben.

Visszatérve a determináció és indukció időbeliségének kérdéséhez a fentebb vázolt tételeket talán el is lehetne fogadni, ha nem ismernénk olyan kísérleteket, amelyekben teljesen idegen heterológ anyagokkal is lehetett indukciót létrehozni olyan anyagokkal, amelyek nem lehetnek „determináltak”, hiszen pl. cancerogén anyagokkal, nukleinsavakkal stb. is lehet indukálni.

Ilyen esetben nyilvánvalóan olyan jelenségekről van szó, ami az indukció elsődlegességét bizonyítja, sőt azt is bizonyítja, hogy az induktor determináltsága szükségtelen. A kérdés azonban, hogy olyan kísérletből, amely idegen anyag beavatkozását igényli, lehet-e következtetéseket levonni a fiziológias folyamat menetére vonatkozólag. Valószínűleg nem. Azonban nem szabad adósnak maradni a magyarázattal, hiszen a tény mégis az, hogy az indukció így is végbemegy.

Minden sejt, minden szövet és minden élőlény megismétli fejlődésében a filogenezis főbb mozzanatait és fel lehet tételeznünk, hogy a sejtek funkciójukban éppen úgy, mint potenciájukban ezen ősi, az évmilliók folyamán felvett jellegzetességeiket élik ki. Tudjuk azt, hogy a bonyolult élő organizmusban részt vevő sejtek mindegyike lényegesen nagyobb potenciával rendelkezik, mint amit az organizmusban felmutat, és minél inkább visszafelé megyünk a fejlődés folyamán, annál szélesebbek ezek a potenciák. A potenciák e széles skálájából normális körülmények között csak az a potencia jut érvényre, amely filogenetikailag meghatározott és ezen potenciák kifejezésre jutásának együttese a normális fejlődés. Valószínű az, hogy e széles kiterjedésű potenciák egy bizonyos irányba való haladását a környe-

zet realizálja, tehát a környezetben időbelileg előbb fejlődő elemek indítják meg és szorítják kordába a fejlődést. Az indukció tehát ebben az értelmezésben nem más, mint az a lökés, amely realizálja a valamely sejtben meglévő potenciákat, de egyidejűleg korlátozza is azokat, mert csak a filogenetikailag meghatározottakat engedi érvényesülni.

Jogosan vetődik fel a kérdés, hogy ezen elképzelések milyen kapcsolatban állnak azzal, hogy a szervezettől idegen anyagokkal is lehet fejlődést indukálni, a kapcsolat azonban valóban szoros. Ha feltételezzük, hogy az indukció nem más, mint az a lökés, amely a sejtben meglévő képességeket realizálja, akkor feltételezhetjük azt is, hogy ez a lökés nem teljesen egy síkú. Nyilván szerepet játszanak itt egyidejűleg mechanikai és kémiai tényezők, mitogenetikus hatások stb. És ez az egyidejűség nagyon fontos, mert el lehet képzelni, hogy a sejt filogenetikailag kialakult, differenciálódási „reflexének” kiváltásához ezen hatások közül megfelelő erősségben alkalmazva egy is elegendő éppen úgy, mint ahogy az érett petesejt barázdálódási „reflexének” kiváltásához éppúgy elegendő a spermium behatolása, mint a tüszúrás vagy hideg-meleg alkalmazása. Egyáltalán nem elképzelhetetlen tehát, hogy valamilyen szervezettől eltérő és idegen kémiai anyag ugyanolyan hatást vált ki, mint a szervezetben benne levő, hiszen csak a kémiai inger jelenlétére és nem speciális minőségére van szükség. Ha erre gondolunk, azt mondhatjuk, hogy ez az elképzelés nemcsak az indukció mibenlétére vonatkozólag ad bizonyos szempontokat, hanem arra vonatkozólag is, hogy vajon miként lehet az, hogy egymástól rendkívüli módon különböző induktorok azonos hatást váltanak ki, míg azonos induktorok ellentétes hatást. Ugyanakkor feltételezhetjük, hogy igen fontos tényező az indukció erőssége, és pl. azonos kémiai anyag alacsony koncentrációban más képletek fejlődését indu-

kálja, mint magas koncentrációban. Erre vonatkozólag a fejlődésmechanikában számos példát lehet találni, és ezek igen jellemzően mutatják a mennyiségi változások minőségi változásba való átcsapását.

Ha az indukciós folyamat megindult, tovaterjed és mint erre már utaltunk, az egész indukciót láncreakcióként foghatjuk fel, amelynek kiindulópontjában a megtermékenyítés áll. míg végpontjában a kialakult szervezet. Miután az előzőekből kiderült az indukció nem, vagy kevéssé specifikus volta, nyilvánvalóan sokkal inkább előtérben áll az egész láncreakcióban az egyes sejtek és szövetek reagáló készsége, mint maga az indukció. Nem tudjuk azonban, hogy milyen folyamatnak lehet tekinteni az indukciós sorozatot, értve ezen azt, hogy vajon az indukciós impulzus megkapásakor a sejt robbanásszerűen indul fejlődésnek és oszlásnak, avagy a kezdetben kisméretű fejlődés gyorsul fel, majd lassul le újra, avagy milyen hatással van az egyik terület indukciója, ill. determinációja, a másik terület indukciójára, ill. determinációjára. E folyamatot nem lehet síkban, csak térben elképzelni. Példaképpen felhozhatjuk azt a jelenséget, amikor a gerinchúr indukálja a velőtelep fejlődését.

A gerinchúr a velőtelep induktora emlősökben, ennek kezdeménye, a fejnyúlvány indukálja a velőlemez kialakulását, majd a fejnyúlvány aktív kaudális irányban történő növekedésével áll kapcsolatban a velőlemez hátrafelé növekedése, a primitív csomó és csík eltolódása, ill. a velőlemez csővé záródása. A gerinchúr elülső része a törzs és hátulsó része a farok induktora (organizátora). Az indukció erőssége legkifejezettebb a feji részen olyannyira, hogy ha az ektoderma mennyisége kevés (kísérletesen létrehozott állapot), akkor elvonja a sejtömeget a törzsi és farki területekről és elsősorban az agy alakul ki, a gerincvelő kevésbé, vagy lassabban (Seidel). Azt mondhatnánk tehát, hogy az indukció erős-

sége folyamatosan csökken, fej- ill. farok irányba (szabályos gradiens). A probléma ott adódik, hogy ugyancsak Seidel kísérleteiből derül ki, hogy ott, ahol a fej-, törzs- és farok—organizáció találkozik egymással, lépnek fel torzulások a velőcsövön, míg másutt nem. Ez azt jelenti, hogy e három különböző organizációs terület találkozási pontjai labilitási pontoknak felelnek meg. Ezt a folyamatosan csökkenő organizációs intenzitással megmagyarázni nem tudjuk. Csak olyan módon tudjuk magyarázatát adni, ha feltételezzük, hogy az indukció hullámszerűen halad, amennyiben minden indukciós terület középső részén van az indukció csúcspontja (maximális intenzitása) és ettől oldal felé minden irányban az indukció erőssége csökken. A hullám mélypontja és egyidejűleg két hullám találkozási pontja két szomszédos terület határán van. Ha az indukciót ingerületi állapotnak fogjuk fel, akkor azt mondhatjuk, hogy ezen a területen két ingerületi állapot találkozik egymással. Ekkor két eset lehetséges: 1. a két ingerületi állapot (indukciós hullám) elég erős és kioltják egymást, tehát tulajdonképpen gátlásos állapot lép fel, vagy 2. ha ezen a területen már mindkét indukciós hullám gyenge, egyik sem képes hatalma alá keríteni a területet, tehát az indukció hat, de elégtelen mértékben. Ez a teória talán magyarázatot tud szolgáltatni az e területen létrejövő torzok keletkezésére vonatkozólag. Ha ugyanis a gátlásos állapotot tételezzük fel, elképzelhető, hogy e terület a fejlődésben lemarad, ennek következtében potenciáit megtartja, amelyek akcidentiális indukciós hatásra manifesztálódhatnak. Ha azt fogadjuk el, hogy gyenge az indukció, akkor elképzelhető, hogy a differenciálódási folyamat (determináció) megindul, de hiányzik az az indukciós plusz, ami a differenciálódást a filogenetikailag megadott határok közé szorítja. Ez is torzfejlődések kialakulásához vezethet.

3. *A determinizmus és determináció problémája*

A filozófiai determinizmus és a biológiai determináció között bizonyos különbség van, annak ellenére, hogy a két fogalom látszólag fedi egymást. A különbségekre leghelyesebb ha itt mutatunk rá az ontogenezis vizsgálatakor, ugyanis a különbségek legélesebben itt jönnek ki.

Az embriogenezis determinizmusát illetően a tudományban évszázadok óta két, többé-kevésbé szélsőséges nézet harca dúl. Korszakonként váltakozóan a tudományos közvélemény egyszer az egyik, másszor a másik irányzat felé hajlott. Mint már említettük, az egyik nézet a merev, mechanikus determinizmus és ennek legextrémebb formája a preformáció. A másik nézet az epigenezis, amely elfogadja a tulajdonságok igazi fejlődését. A neopreforminizmus szintén vallja, hogy a tulajdonságok fejlődési folyamatok útján jönnek létre, azonban e fejlődési folyamatokat teljesen a preformáció értelmében, génekből vezeti le. Minden tulajdonság mint gén, vagyis tulajdonsághordozó, preformált. A preformáció lényegét illetően teljesen egyre megy, hogy a tulajdonságok az ivarsejtekben eleve mint tulajdonságok, vagy pedig csak mint elemi hordozók találhatók meg. A korai neopreformizmus a tulajdonsághordozókat korpuszkulárisan fogta fel és ezeket egymástól függetleneknek tartotta. Ez az önállóság, függetlenség az a vonás, amely legjobban kidomborítja a preformációs felfogást. Mint ezt már mondtuk, ez az iskola nem tételezett fel a tulajdonsághordozók között kölcsönhatást, vagy antagonizmust, vagy másfajta összefüggést. Szerinte a sok tulajdonsághordozó mozaikjából jönne létre az egyedi fejlődés folyamán a szervezet összes tulajdonságának mozaikja. Ez az elképzelés alapvetően determinista. Ugyanakkor azonban nem dialektikus, mert ez a determinizmus abból indul ki, hogy a fejlődés folya-

mán nincsenek kölcsönhatások, belső ellentmondások, egymástól való függőség, a tulajdonsághordozók változatlanok stb. Tehát mindaz, ami nélkül nem tudjuk elképzelni a fejlődést, áldozatul esik annak, hogy a fejlődést determináltan képzelhessük el. Világosan ellentétbe kerül egymással a fejlődés és a determinizmus gondolata. Az ilyenfajta determinizmusnak egy másik konzekvenciája az, hogy a fejlődés végzetszerűséget rejt magában, a determinizmus mellett nincs lehetőség az ember cselekvő beavatkozására, a tudatos befolyásolásra. Ez az elképzelés a kutatót és az orvost passzivitásra kárhoztatja. Igen hosszú fejlődésre volt szükség a genetikában, míg az eredeti tulajdonsághordozó elképzeléstől a mai információhordozó elképzelésig eljutottunk és e névváltozás mögött nemcsak a tényezők pontosabb természettudományos ismerete rejlik, hanem az öröklődés kérdésének egészen más szemlélete is, amivel együtt az egyes hordozók egymástól való függetlenségének elképzelése is megszűnt. Azért, hogy a végső konzekvenciákhoz eljussunk, az előzőekben szándékosan a legszélsőségesebb álláspontokat ismertettük. Emellett azonban tény az, hogy már mintegy fél évszázaddal ezelőtt igen sok genetikus, részben felfogásában, de kísérleteiben is, ettől a szélsőséges állásponttól eltért. Másrészt a szélsőséges álláspontok teljesen konzekvens feladása és tökéletesen korszerűtlenné válása lényegében véve csak az utolsó, mintegy tizenöt évben kezdődött meg.

A másik véglet, amelyről beszélnünk kell, a teljes indeterminizmus, mely éppen úgy, mint a neopreformizmus, a genetikai szemlélettel szoros kapcsolatban az újabb időkben lépett fel. Az indeterminista felfogás mindenekelőtt a mutáció már korábban említett problémájával függött össze. Véleményünk szerint azonban az indeterminista felfogás sokkal kevésbé elterjedt, mint a mechanikus determinizmus. Az indeterminista elképzelések nem is endogén biológiai eredetűek, hanem a

divatos fizikai indeterminizmusnak tükröződései a biológusok gondolkodásában. Az általános szemlélet mindig valamilyen determinizmus felé hajlott és éppen az embriogenezisre jellemző az ösztönös determinizmus, a naiv, de kauzális felfedezéseken alapuló, misztikus okok, babonák egész sora. Itt talán megint azt a példát hozhatnánk fel, amelyet már korábban is említettünk, hogy azt hitték, hogy a torzfejlődések oka a szemmelverés vagy az anya rácsodálkozása stb. E fogalmazásoknak semmiféle tudományos színezetük nincs, de mégiscsak deterministák.

Az ontogenezisben éppen úgy, mint a genetikában, vannak jelenségek, melyek igen sok vitát váltottak ki. Ilyen az öndifferenciálódás, ill. a spontán mutáció. A szemlencse fejlődése és indukciója kérdésében folyt igen sok vizsgálat ebben az irányban. A kérdés az, hogy lehet-e, hogy valamilyen szervtelep minden előidéző ok nélkül induljon fejlődésnek. A filozófiai determinizmus ezt lehetetlennek tartja és ezt igazolták a fejlődéstani kísérletek is. A szemlencse fejlődése a retina függvénye. Retina nélkül nincs szemlencse. Mégis, egyes békafajoknál egyesek azt észlelték, hogy a szemlencse képes a retina eltávolítása után is regenerálódni. Mindezekből a vizsgálatokból kiderült, hogy a megfigyelések tévesek voltak. A fejlődéstanban a kauzálanalízist, az okok kutatását filozófiai elgondolás vezette be és ez hozta létre a kísérleti fejlődéstant, mely fényesen bizonyította be a determináció helyességét nemcsak a filozófiában, hanem a fejlődésben, az embriogenezisben is.

Nézzünk meg egy példát, a végtagok fejlődését. Az emberi végtagok, mint végtagbimbók, mindig ugyanazon a helyen, a négy alsó nyaki és az I. háti, ill. az V. ágyéki és az I., II. keresztcsonti szegmentum magasságában jelennek meg, bár a fejlődés korai stádiumában a test két oldalán a végtagokat összekötő egyenes vonalba, az ún. végtaglécbe eső bármely hely rendelkezik vég-

tagképző képességgel. Miért éppen csak ott fejlődik ki a végtag, ahol valóban szabályszerűen mindenkor fellép? Ha ezt a kérdést elemezzük, a következő érdekes megállapítást tehetjük. A gerincvelő eleinte mindenütt egyforma szerkezetet mutat mindaddig, amíg az előbb említett szelvények magasságában feltűnően több sejt képződik annyira, hogy ott a gerincvelő megvastagodik. Ezzel egyidőben a későbbi végtagok helyén a hám magasabb lesz, és kezdetét veszi a végtagbimbók fejlődése. Ha a végtagbimbókat kiirtjuk, megszűnik a gerincvelőben a sejtek felszaporodása. A gerincvelő tehát hat a perifériára. A végtag nem magától fejlődik, de ugyanakkor a periférián zajló történések visszahatnak a központra és biztosítják ott a továbbfejlődést, mely viszont újra hatást gyakorolva a perifériára, a végtagok fejlődését biztosítja. Azt láthatjuk, hogy ahogy a végtagbimbó kiirtása visszahat a gerincvelőre, ugyanúgy a gerincvelő megfelelő szakaszának kiirtása a végtagfejlődésben okoz zavart. Az okok kölcsönös egymásrahatása, az okozatnak okká való átváltozása a fejlődés általános jelensége, melyben a fejlődésnek mint dialektikus folyamatnak a rugalmas alkalmazkodása van biztosítva. A fejlődés az okok és okozatok sűrű láncolatának szövevénye, ahol a természettudományos szemléletek irányítják a kutató gondolkodását és vezetik a helyes nyomra. Az öndifferenciálódáshoz hasonló és az okkeresést elvető feltételezések gátolják a kutatást. Mert ha még mostán nem is találjuk meg az okot, ez még nem hatalmazhat fel arra, hogy feleslegesnek tartsuk az okság keresését.

Ha a determinációról és determinizmusról elmondottakat összevetjük, kiderül, hogy a determinizmus filozófiai fogalmát élesen el kell különítenünk a determináció biológiai fogalmától. Más a biológiai és a filozófiai determináció. A fejlődés szigorúan determinált folyamat, a determinációt annak filozófiai értelmében véve.

Minden fejlődési folyamatnak oka van. Mindez azonban nem jelenti azt, hogy a fejlődés csak egyetlen irányban mehet végbe. Nem kerülünk ellentétbe a filozófiai determinizmussal sem, ha abból indulunk ki, hogy eleve több fejlődési irány is lehetséges, mely lehetőségek közül a biológiai determináció egymást követő folyamatai azonban csak egyet határoznak meg, ill. valósítanak meg. A fogalmak ilyen elkülönítését ezért tartjuk fontosnak, mert az ontogenetikus fejlődés tárgyalásának folyamán sokszor beszéltünk arról, hogy valamely folyamat determinált-e vagy sem. Ez a kérdés sohasem a filozófiai determinizmust érintette, hanem mindig a biológiaiakat. Ami biológiailag még nem determinált, az filozófiailag még az lehet, sőt az is. Szabadjon úgy fogalmazni, hogy a megtermékenyített petesejt minden életműködése, fejlődése, mindenekelőtt filozófiai értelemben determinált. Ezt felfoghatjuk úgy, mint egy minden anyagi folyamatra érvényes, de absztrakt determinizmust. Az, hogy a petesejt konkrétan mivé fejlődik, az biológiailag determinált. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy két különböző determinizmusról van szó. Csak azt akarjuk kihangsúlyozni, hogy a filozófiai determinizmus az anyag általános törvényszerűsége, a biológiai determinizmus pedig ugyanannak a konkrét megjelenési formája. E megfontolás értelmét az adja, hogy a filozófiai determinizmus a o-pontról indul el, tehát determinált attól kezdve, hogy egyáltalán van. A biológiai determináció viszont a fejlődés különböző szakaszaiban a különböző a, csiralemezeken, szövetekben, szervtelepekben stb. különböző időpontokban lép fel. Mindez azonban nem jelenti azt, hogy a biológiai determináció és a filozófiai determinizmus egymásnak ellentmondó fogalmak lennének. Rendkívül különböző azonban a két fogalom tartalmának konkrétságát illetően.

Vizsgáljunk a következőkben e koncepció alapján néhány konkrét kérdést. Ha abból indulunk ki, hogy az egyed fejlődése már a megtermékenyített petesejtben minden szempontból determinált és megváltoztathatatlan, akkor a biológiai determinációt a filozófiai determinációhoz helyezzük közel, azaz a 0-ponttól indulunk el. Ezzel azonban megint a mechanikus determinizmus-hoz, a neopreforminizmushoz jutunk. Ennek azonban a kísérletek is ellentmondanak. Ellentmondanak azért, mert a fejlődés az intrauterin életben töréseket, irányváltozásokat szenvedhet, másrészt pedig azért, mert a megtermékenyített petesejtből a benne feltételezett genetikai determinációnak csak egy-egy töredéke valósul meg, az egyes sejtekben és minden sejtcsoportban más és más. Kétségtelen azonban, hogy bizonyos genetikai determináció a szó biológiai értelmét tekintve, már a legkezdetibb időponttól kezdve megmutatkozik, mert már ekkor eldől, hogy egy petéből kutya, majom vagy ember fejlődik, tehát széles keretek között a determináció megtörtént. Nem más ez, mint a Häckel-féle biogenetikai alaptörvénynek Baer szerinti fogalmazása. Baer állította először, hogy az ontogenezisben legelőször megjelenő bélyegek filogenetikailag a legősibbek és legalapvetőbbek. Ő fedezte fel, hogy kezdetben az jelenik meg az ontogenezisben, ami a nagy rendszertani kategóriákra nézve általános és utoljára jelennek meg azok a bélyegek, amelyek csak az egyedre jellemzőek. Ebből az elméletből következik az is, amit a mindennapi gyakorlatból tudunk. Az ember kategórián belül az a determináció, hogy ember, még a legkülönbözőbb bélyegek kifejlődését teszi lehetővé. A filozófiai determinizmus tehát valóban a 0-ponttól indul, a biológiai determináció azonban fokozatosan az ontogenetikus fejlődés legkülönbözőbb stádiumaiban nyilvánul meg.

Nézzük most, hogy a legkezdetibb időponttól kezdve hogyan viszonylik egymáshoz a genetikai determinizmus és a fejlődés. A fejlődő petesejtben a meiosis folyamán a kromoszómaszám redukálódik — ugyanez megtörténik a hímivarsejtben is —, és ezzel a petesejt megtermékenyítésre alkalmassá válik. (Természetesen ez csak nagy általánosságban igaz, mert egyrészt vannak más megtermékenyítési módozatok is — pl. szűznemzés, másrészt létrejöhetnek atipikus esetek is, kivételképpen — pl. triploid emberek.) A petesejt meiozisa fejlődéstani szempontból differenciálódást jelent, genetikai szempontból az anya részéről átadható variációs lehetőségek közül egyiknek vagy másiknak kiválasztódását. A sejt ekkor mindazokat a tényezőket tartalmazza, melyek az anyát és az anyai őseket reprezentálják az utódban és potenciálisan hordozza egy új egyed létrehozásának lehetőségét. A petesejt gén-struktúrája ekkor stabilnak látszik, sőt ismereteseek olyan kísérletek is, melyek ezt a stabilitást olyan mértékben mutatják, hogy bizonyos jellegek kialakulása független a spermium öröklési tényezőitől. Mindenekelőtt az első barázdák térbeli lefutására, a szimmetriatengelyek kialakulására vonatkozólag ismernek olyan eseteket, melyeket a petesejt még diploid magja határoz meg, függetlenül attól, hogy a szinkarion atyai részről milyen tényezőket tartalmaz. Látszólag a petesejt érésekor egy igen magasan differenciált sejt kifejlődési tendenciája mutatkozik meg. A megtermékenyítés ezt a magasan differenciált sejtet éri. Ezen megtermékenyítési processzus hatására, amit a spermium behatolása idéz elő, a petesejtben dedifferenciálódási folyamatok zajlanak le, melyekről korábban már beszéltünk és amelyek úgy látszik, az öröklődés szempontjából fontos struktúra — magtényezők és plazma — bizonyos mértékű átrendeződéséhez, fellazulásához vezetnek. Ismereteseek olyan kísérletek, melyek amellet látszanak szólni, hogy a spermium

bizonyos génjei már a szinkarion kialakulása előtt hatást gyakorolnak a plazmára. Ha ezek nincsenek meg a spermiumban, nem jön létre szinkarionképzés, és a petesejt rövid időn belül elpusztul. Fejlődéstanilag tehát, mint ez már a korábbiakból is kiderült, azt jelenti, hogy a petesejt a megtermékenyítés folyamán olyan mértékű potenciákra tesz szert, melyek egy egész szervezet létrehozására teszik képessé, ugyanakkor, amikor a megtermékenyítetlen petesejt további új sejt létrehozására képtelen. A folyamat genetikai magyarázatára még képtelenek vagyunk, mert ugyanakkor számos kísérleti bizonyítékunk van arra, hogy haploid sejtek is teljes egyedet hozhatnak létre. Mégis a megtermékenyítéskor alakul ki az egyed genotípusa. Eltekintve azoktól az esetektől, amikor a petesejt diploid magja, ill. a petesejt plazmája határozza meg egyes jellegek kialakulását, a genotípus létrejötte a biológiai determináció kezdete. Ebben az értelmezésben a genotípus a fejlődéstani totipotenciával azonos.

A megtermékenyítés után a petesejt osztódni kezd, és kezdetét veszi a barázdálódás. Úgy látszik az első fejlődési lépéseket sokkal inkább a plazmatikus tényezők határozzák meg, mint a nukleáris tényezők. A magban és a plazmában egyaránt már a barázdálódás alatt bizonyos változások zajlanak le, melyek az idősebb magot a fiatalabb plazmával és a fiatalabb magot az idősebb plazmával szemben inkompatibilissá teszik. King és Briggs különböző korú béka entodermasejtek magját enukleált békazigotákba transzplantálták. Minél későbbi fejlettségű entodermából származott a mag, annál súlyosabb elváltozásokat szenvedett a recipiens zigota fejlődése során. Ha azonban a fejlődés kezdetén, még blasztomérákból történt a transzplantáció, ebben a zigota fejlődése nem mutatott eltérést a megszokottól. Még érdekesebb, hogy azonos differenciáltsági fokot mutató entodermából származó magok mindig azonos

fejlődési rendellenességekhez vezettek. Ugyanakkor ha ilyen rendellenesen fejlődő embriókból azok pusztulása előtt újból enukleált petesejtbe transzplantáltak magot, akkor az is ugyanazt a fejlődési rendellenességet mutatta a későbbiek folyamán. Ebből az következik, hogy a barázdálódás alatt bizonyos biológiai determinációs lépések zajlanak le. Ma még elég kevésbé ismert, hogy ezek elsősorban a magot vagy a plazmát érintik-e. King és Briggs kísérletei amellett szólnak, hogy ilyen determinációs lépések a magban valamilyen módon rögzülhetnek és ha ezekből az egyébként letális rendszerekből haláluk előtt ismételten transzplantálunk magot, megint csak teljesen azonos letális rendszerhez jutunk.

Egyes esetekben megállapítást nyert, hogy a barázdálódásban is van génhatás, és ez a hatás indirekt és a barázdálódást nem az apai, hanem az anyai gének irányítják. Közelálló fajták kereszteződéséből származó hibridek esetében lehet legjobban a mag befolyását analizálni. Ezt bizonyítja pl. az a kísérlet, amelyben két tengerisün-fajtát kereszteztek. Az egyik megtermékenyített petéje 27, a másiké 29—30 perces időközökben barázdálódik. A hibridpeték barázdálódása mindig az anyai barázdálódási ritmusnak felel meg.

Az intenzívebb genetikai hatás a gasztruláció folyamán jelenik meg és egyre intenzívebbé válik. Bizonyos esetekben sikerült az apai gének hatását már a gasztruláció korai időpontjában kimutatni. A pigmentáció azonban már a korai gasztrulációs állapotokban is anyai befolyás alatt áll. A mag dominenciája a gasztruláció folyamán mindjobban kidomborodik a plazmával szemben. Ha pl. fekete axolotl pete magját közvetlenül a megtermékenyítés után, melyet fehér axolotl spermiumával eszközöltünk, kiirtjuk, akkor az utód mind fehér lesz. Adatok vannak arra, hogy a szülők kromoszómái saját fajtájuk fehérjeit szintetizálják a gasztruláció kezdete körül. A hibridizáció vagy haploid pete esetében

éppen a fehérjeszintézis zavara okozhatja, hogy a fejlődés a korai gasztrulációs időpontokban megáll. Az újonnan szintetizálódott fehérje eltér a régitől, az embriónak új jelleget kölcsönöz, ami a sejtek helyzetében és elrendeződésében a gasztrulációs mozgásban és a belső fiziológiai karakterben is megnyilvánul. A gasztruláció tehát fordulópont a fejlődés genetikai kontrolljában. A gasztruláció előtt a fejlődést plazmafaktorok irányítják, a magnak csak annyi beleszólása van, hogy meghatározza az ovoplazma szerkezetét. A gasztrulációtól kezdve a gének közvetlenül hatnak, és az apai gén is fontos szerepet játszik. Az organogenezis azonban már szinte tisztán a mag befolyása alatt áll. A törzsfő fejlődésben kimutatták, hogy a normálistól eltérő fejlődési formák a mutációk függvényei. A mutánsban egy vagy több gén térhet el a normálistól, vagy a gén elrendeződésében lehet eltérés, pl. a transzlokáció esetében. Ezen eltérések sokszor a fejlődés megállását eredményezik.

Hogy a barázdálódás alatt a genetikai determináció már sokkal kifejezettebb, mint a megtermékenyített petesejtben, annak egyik jele az is, hogy az embriológusok régóta keresik a mozaik- és regulációs pete közötti különbség okát. A mozaikpete esetében már az első két blasztoméra is az embriónak csak két különböző, de meghatározott területét képes szolgáltatni. Elvileg nem különbözik a regulációs pete sem ettől, de ezeknél ez az elkülönülés, a determináció csak egy későbbi időszakban következik be. Rendkívül érdekesek azonban azok a kísérletek, amelyek azt mutatják, hogy ilyen jellegű determináció reverzibilis is lehet, és a regulációs folyamatok is lehetségesek. Az egyik legszigorúbban determinált pete az *Ascaris* mozaikpetéje. Itt az első barázda megjelenésétől kezdve ismeretes, hogy a két blasztoméra milyen szöveteket fog szolgáltatni. Ha normális körülmények között zajlik le az első osztódás, a két utódsejt közül az egyik zömében az animális, a másik zömében a

vegetatív pólus anyagát fogja tartalmazni. Ha megfelelő operációs technikával ilyenkor az egyik egész blasztomérát eltávolítjuk, olyan torz embrió jön létre, melyben bizonyos szövetek teljesen hiányoznak, mert semmi reguláció nem lehetséges. Ha azonban a petesejtet centrifugálás közben termékenyítik meg, aminek megvan a technikai lehetősége és az első barázdálódási orsó is centrifugálás közben fejlődik ki, akkor a vegetatív-animális tengellyel párhuzamosan jön létre az osztódás, és mindkét utódsejt vegetatív és animális anyagot is fog tartalmazni. Ennek következtében mindkét sejt ugyanazokat a szöveteket adja a továbbiakban, mint normális körülmények között az a sejt, amely eredetileg több vegetatív anyagot tartalmazott. Megint csak nem mutatkozik semmiféle regulációs képesség, bár paradox módon, centrifugálás következtében egy eredetileg totipotens sejt minden anyagveszteség nélkül két csak ventrális részt adó sejtté regulálódott. Tehát kevesebb lett, mint ami eredetileg volt. Ez a hatás, amint azt beható kísérletek tisztázták, nem a magban, hanem a plazmában lokalizált tényezőkől indult ki. Hogy mennyire ismeretlenek ma még a biológiai determináció folyamatai, azt mi sem bizonyítja jobban, mint a béka és *Ascaris* kísérletek szembeállításai, ahol az egyik esetben a determináció a magból indul ki, a másik esetben a plazmából, az egyik esetben kísérletileg irreverzibilis, a másik esetben azonban reverzibilis determinációt tapasztalunk. Bárhogyan álljanak is ezek a kérdések, a mindennapos tapasztalat azt mutatja, hogy a barázdálódás együtt jár a potenciák bizonyos mértékű beszűkülésével, ami egyidejűleg a génhatás manifesztációját is jelenti. A megtermékenyítés pillanatában a totipotencia egyenlő a genotípussal, ebbe beleértve a plazmatikus tényezők összességét is; a fejlődés folyamán a potenciák szűkülése egyenlő a génhatás manifesztációjával, vagyis a fenotípus kialakulásával.

Potencia és genotípus két különböző tudományág-ból származó fogalom, és ezért nem teljes mértékben fedik egymást. Számunkra azonban a bennük közös a fontos, ami a lényegüket teszi ki és nem a speciális különbségek.

Nézzük meg azokat a dinamikus folyamatokat, melyek a genotípustól a fenotípusig, ill. a prospektív potenciától a prospektív jelentőségig vezetnek. Amikor arról beszéltünk, hogy megindult a génhatás manifestációja, ezalatt azt értettük, hogy a potenciák beszűkülésével egyidejűleg az egyes sejtcsoportok meghatározott, de különböző irányban indulnak fejlődésnek. Az irány különbözősége azonban messzemenően olyan behatásoktól függ, amelyeket fejlődéstani szaknyelven indukciónak nevezünk és amelyekről már beszéltünk. Más szóval, azonos génstruktúrájú sejtek különböző képződményeket hoznak létre, ill. a teljes egyed létrehozására képes génmennyiségnek csak egyes komponensei érvényesülnek az egyes sejtcsoportokban, míg másokban egyáltalán nem érvényesülnek.

Mi lehet ennek az oka? Amikor egy sejt vagy sejtcsoport biológiai értelemben determinálódik, tehát felveszi a fejlődés meghatározott irányát, a sejtben még morfológiai különbségek nem észlelhetők. Nyilvánvaló, hogy a magban vagy plazmában, vagy mindkettőben olyan biokémiai, ill. szubmikroszkópos elváltozások következnek be, amelyek az irányok felvételét lehetővé teszik. E kérdésben megint csak meglehetősen ellentmondó kísérleti eredményekkel rendelkezünk. Elvileg ugyanis nem zárható ki, hogy a gének összessége önmagában hordoz bizonyos szabályozást arra vonatkozólag, hogy mikor melyik működik, azonban erre vonatkozóan semmiféle kísérletes támponttal nem rendelkezünk. Anélkül, hogy a részletekbe kívánnánk belemenni, nem kétséges, hogy létezik a génműködésnek egy időbeli sorrendje. Ezen sorrendben mint szabályozó faktor szere-

pel egy feed-back mechanizmus, amelynek segítségével kellő mennyiségben létrejött féntermék gátolja a gének további működését és szerepelnek ösztönző tényezők, melyek közül legismertebb a fejlődési indukció. Az indukció esetében természetes körülmények között egyes sejtek más sejtek génaktivitását szabályozzák.

Próbáljuk meg kissé bővebben részletezni ezen mechanizmust. Induktor, mint már korábban említettük, sokféle anyag lehet. Majdnem, hogy azt mondhatnánk, bármilyen anyag, sőt mechanikai, ill. hőhatás is, amely egy bizonyos reagáló rendszerre hat. Vannak vizsgálatok, amelyek az induktorok specificitása mellett, mások a reagáló rendszer specificitása mellett szólnak, és igen nehéz eldönteni, hogy a kettő közül melyik a fontosabb. Mint láttuk, amióta ismeretessé vált, hogy a nukleinsavaknak az indukciós folyamatokban elsőrendű szerepük van, a specifikus induktorhatás megint felszínre került. A vizsgálatok elsősorban a ribonukleinsavnak tulajdonítanak szerepet, de felmerült a DNS fontossága is. Úgy látszik, hogy pl. az indukciót ribonucleaseval meg lehet gátolni. Az, hogy nem specifikus anyagok is indukálhatnak, valószínűleg annak tulajdonítható, hogy mint ezt Holtfreter feltételezi, az induktor hatására precitolízis indul meg, melynek hatására RNS-protein komplexumok válnak szét és az RNS hatol át egyik sejt-ből a másikba és biztosítja az indukció folyamatosságát. Lehetséges tehát, hogy az indukcióban az információ átadás épp úgy szerepet játszik, mint a fehérjeképzés alkalmával és ebben az esetben amellet kell állást foglalnunk, hogy a magnak elsőrendű szerepe van a sejtek determinációjában.

A fejlődés időbeli sorrendjében az első indukció a gasztrulációval veszi kezdetét. A szervtelepek kialakulásában, ami a gasztruláció alatt zajlik le, az a döntő momentum, hogy a különböző szervtelepek a sejtek áramlása útján genetikailag meghatározott mozgást végeznek,

törvényszerűen egymás szomszédságába kerülnek, de a telepek fejlődési állapotától függ, hogy a szomszédsággal fellépő kölcsönhatásban az indukció hogyan indítja el a további fejlődési folyamatokat. A gasztrulációs sejtáramlás alkalmával a lehetőségek összetalálkozása vezet a fejlődési indukcióhoz. A gasztrulációs folyamat genetikailag determinált, de a fejlődési folyamatok, amelyek eközben történnek, a genetikai lehetőséget korlátok közé szorítják.

Ami az indukció térbeliségét illeti, erről korábban már részletesebben szóltunk.

Az öröklési faktor az indukciót is befolyásolja anélkül, hogy a reaktor rendszerre hatással lenne. Pl. a szájgödör az ektodermán az entoderma indukciójának hatására alakul ki. Ha gőte és béka ektodermáját a későbbi szájgödörnek megfelelően kicseréljük, az induktor mindkét esetben a fajidegen ektodermából is kialakítja a szájgödröt, de az átültetett békaektoderma nem képez a tritonban fogat, mint normálisan szokott, mert a békának nincs foga, míg a gőtének van, s ennek az ektodermája a békában fogat képez. A gén bizonyos esetekben nem közvetlenül befolyásolja a növekedési fokot, hanem egy szerv differenciálódását változtatja meg. Az egerek törpe mutánsa egy recesszív géntől függ, mely a hipofízisben okoz hibás fejlődést és a növekedési hormon elmaradása vezet törpenövéshez.

Mindezek arra utalnak, hogy addig míg a genotípusból fenotípus lesz, egy hosszú dinamikus folyamat zajlik le. A genotípus tehát, mely mint már mondtuk, a totipotenciát jelenti, nem merev, nem stabilis, változásokat enged meg és a fenotípus az, mely már stabilabbnak tekinthető. Sokan esnek abba a hibába, hogy azt hiszik: az embriogenezis genetikai determinizmusa merev beskatulyázást jelent, holott ez nem így van, mert hosszú időn keresztül a génhatás is labilisnek és a plazma által súlyosan befolyásolhatónak tekinthető.

Ez a labilitás engedi meg a különböző teratogén ágensek behatását az embrióra és teszi érthetővé azt, hogy ezek a különböző ágensek a különböző időpontokban különféleképpen tudnak hatni. A korszerű genetika meg tudja magyarázni sok fejlődési rendellenesség okát, mert ma már éppen úgy sokféle faktorral dolgozik, mint a fejlődéstan. Közismert, hogy az anya életkorától hormonális egyensúlyáig, tápláltságaig és pszihés állapotáig, számos anyai környezeti hatás módosíthatja a fenotípus kialakulását.

Ha korábban azt is állítottuk, hogy a fenotípus már stabilabb forma, ez még nem jelenti azt, hogy teljesen stabil is, éppen úgy, ahogy tudjuk, hogy a prospektív potencia és a prospektív jelentőség közötti különbség, tehát a latens potenciák felszínre tudnak kerülni akár felnőtt emberben is — gondolunk itt a daganatok képződésére —, éppen úgy tudjuk ennek genetikai magyarázatát adni és azt mondani, hogy azok a gének, melyek korábban nem aktiválódtak, vagy amelyekre a plazma korábban nem tudott reagálni, meghatározott környezeti feltételek között működésbe, ill. reakcióba lépnek és ezáltal kóros fejlődést eredményeznek.

Úgy látszik az évszázadok óta megoldatlan probléma: epigenезis vagy determinizmus, ma megoldásra kerül. A két fogalom semmilyen ellentétben nem áll egymással. Genetikailag determináltak a fejlődés lehetőségei; a fejlődési folyamatok és környezeti hatások biztosítják a realizálást. Igazi epigenезisről van szó, mert nem preformált tulajdonságok teljeseznek ki, hanem bonyolult kölcsönhatások következtében jönnek létre a tulajdonságok. Azonos tényezők alapján azonos hatásokra, azonos végeredmény jön létre és bármelyik faktor változik, változik törvényszerűen a végeredmény is. Ez azt mutatja, hogy a folyamat nem végleges, de minden részletében determinált.

A fejlődésben manifesztálódik valami, ami képes-

ség formájában a sejtben van. A determináció időpontja azonban csak kísérletesen állapítható meg. A determinációt — mint már jeleztük — bizonyos fiziko-kémiai elváltozások indíthatják el, melyeket először semmilyen eszközzel nem tudunk megállapítani, majd fokozatosan fejlődik tovább, először labilis környezeti hatásokkal befolyásolható, később stabilis, környezeti hatásokkal befolyásolhatatlan állapotba. Vannak szövetek, melyeknek determinációja sohasem végleges, sohasem stabil és külső tényezők mindig befolyásolhatják. Pl. a kötőszövet az egész élet folyamán képezhet csontot vagy porcot, a külső ingerektől függően. A genetikai hatás ezek determinációjára már nem terjed ki. Ha változik az ok, változik az okozat is.

Sok problémát vetettünk fel, melyek talán hozzájárultak az alapfogalmak tisztázásához. Ezek után itt az ideje, hogy megpróbáljuk az ontogenetikus fejlődés felvetődött filozófiai problémáit összegezni. Nyilvánvaló, hogy nem kerültek tárgyalásra az összes filozófiai problémák, csak azok közül néhány igen fontos és ezeket kell most lehetőleg egységes rendszerbe foglalnunk.

5. Próbálkozás az ontogenetikus fejlődés fogalmának meghatározására

Mindenekelőtt meg kell próbálnunk definiálni az ontogenetikus fejlődés fogalmát. Támaszkodhatnánk itt egészen egyszerűen a filozófiai meghatározásokra, azonban éppen az ontogenezis esetében ekkor nem járnánk el helyesen. Filozófiailag ugyanis a fejlődés a változások összessége, azonban nem akármilyen változásoké, hanem meghatározott irányban történő változások egymásutánja. Ebben az értelmezésben a fejlődés az egyszerűtől az összetetthez, ill. az egyszerűtől a bonyolulthoz vezető út. Az összetett és bonyolult jelen esetben két

különböző fogalom: lehet valami összetett, anélkül, hogy bonyolult lenne, és lehet bonyolult különösebb összetettség nélkül. Már magában ez, az összetett és bonyolult kettőssége is nehezzé teszi a biológiai meghatározást. Nehéz ugyanis eldönteni, hogy mit nevezhetünk bonyolultnak. Induljunk ki egy konkrét példából, annál is inkább, mert korábban a filogenetikus fejlődést úgy jelöltük meg, mint olyan folyamatot, amely az egyszerűtől a bonyolult felé halad.

Valamely egysejtű lény elvégzi az összes funkciókat, melyek életének fenntartásához szükségesek. Ezen — lényegében kezdetlegesnek tekinthető — élőlény mozog, szaporodik, táplálkozik, helyesebben környezetével anyagcserét bonyolít le, ingerlékenységgel rendelkezik stb. Mindezt rendkívül egyszerű — relatíve egyszerű — módon oldja meg, egyetlen sejtből áll, tehát összetettnek, mint élő szervezet, nem tekinthető. Azt azonban, hogy mennyire bonyolult, nehéz megállapítani. Állítsuk párhuzamba ugyanis valamely magasabbrendű pl. emlős szervezettel. Itt külön szervei vannak a mozgásnak, szaporodásnak, táplálkozásnak — tehát az anyagcsere lebonyolításának —, ingerlékenységnek stb. A magasrendű szervezet tehát kétségtelenül összetett. De vajon bonyolultabb-e, mint az egysejtű szervezet? Mi a bonyolultabb? Az, hogy ha egyetlen piciny szerkezet — egyetlen sejt — képes az összes funkciók ellátására, vagy hogyha minden egyes funkció ellátására külön szervek, szervrendszerek állnak rendelkezésre? Az egysejtű életműködése talán bonyolultabb éppen azért, mert ott az összes életfunkciókat egy sejtnek kell elvégezni. Az összetett és bonyolult filozófiailag nem jelent különbséget, a szavak biológiai használatában és legáltalánosabb értelemben véve azonos fogalmakat fednek és összhangban állnak az azonos filozófiai fogalommal. Mihelyt azonban a biológus a filozófia általános fogalmán túlmenő konkrét részletezéshez kezd, azonnal

olyan jelenségekkel találkozunk, amelyek egy részénél mindenekelőtt az ötlük szembe, hogy a bonyolultság növekszik, másoknál viszont az, hogy a rendszer összetettsége növekszik. A filozófia és a biológia közötti differencia — amely nem valami súlyos ellentétet jelent — akkor kezdődik, amikor a fogalom tartalmának konkrétsága nő.

Ami igaz filogenetikailag, az fennáll ontogenetikailag is. A megtermékenyített petesejt — egyetlen sejt — lényegében az összes funkciókat ellátja, míg az összetett soksejtű szervezet egyetlen sejtje már csak specializált funkciót lát el, és most már az egész szervezet birtokolja azokat a funkciókat, melyeket a petesejt egymaga tartalmazott. De ugyanezt elmondhatjuk egy kötőszöveti vándorsejtről is, mely sejtszempontból szintén olyan bonyolult funkciókat lát el, mint egy önálló egysejtű élőlény. Éppen ezért, mivel csupán biológiai módszerekkel és tisztán biológiai nézőpontból a fejlődés problémáját megérteni nem lehet, a fejlődés fogalmának meghatározása filozófiai probléma, annak ellenére, hogy a biológus is dolgozik vele.

Ugyanígy igen nehéz problémát jelent annak eldöntése, hogy meddig tart az ontogenetikus fejlődés. Vannak nézetek, melyek szerint a születéssel lezárul, azonban e nézetek nem tekinthetők helyeseknek. Hiszen a születéskor még nem alakult ki minden szerv, sőt egyes szervekben — pl. az idegrendszerben — olyan változások történnek a születés után, melyek nélkül a normális élettevékenység elképzelhetetlen. Ilyen pl. az idegek velőhüvelyének kialakulása. Nyilvánvaló tehát, hogy a fejlődés a születéssel nem zárul le.

Az egyéni élet, az egyén kialakulása, szigorúan véve a termékenyítéstől a halálig tart, és így az öregedés is fejlődésnek tekinthető, azonban itt a változások negatív előjellel zajlanak le. Filozófiailag értelmezve azonban erősen kétséges, hogy akkor, amikor a fejlődés alatt

a meghatározott irányba történő változásokat értjük, az ugyanezen egyedben ellenkező irányban történő változások tekinthetők-e fejlődésnek. Biológiai értelmezésben a probléma még bonyolultabb.

A placenta a terhesség 10 holdhónapja alatt megöregszik. A szöveti öregedés számtalan jelét lehet rajta megfigyelni, majd a terhesség végezetével kilökődik a szervezetből. Megöregedése és elpusztulása tehát együtt jár a magzat születésével. A placenta a magzat szerves része, e rész megöregedett ugyanakkor, amikor az élőlény tulajdonképpen még életperiódusának kezdetén áll. De nem ez az egyetlen példa. Amikor a csecsemőmirigy működésének csúcspontján van, a gonádok sejtjei még egészen fiatalok, funkciójuk kifejtésére még képtelenek. Mikor a csecsemőmirigy öregedni kezd, a gonádok elkezdik működésüket. Az öregedés tehát mint ontogenetikai fogalom mást jelent sejtre, szervre és egész szervezetre vonatkoztatva, míg a filozófiai meghatározás általánosít.

Ami a determinizmus és determináció problémáját illeti, erről már szóltunk. Tudnunk kell azonban, hogy a biológiai determináció a külső- és belső tényezők egyensúlyán alapul. Ezek:

1. mennyiség és minőség viszonya,
2. kölcsönhatás élőlény és környezete között,
3. kölcsönhatás az élőlény különböző részei között,
4. a belső ellentmondások.

Ezen tényezők az ontogenezis legfontosabb problémáit rejtik magukban, ezért külön-külön részletesen kell foglalkoznunk velük.

6. A mennyiség és a minőség viszonya

Mint már fentebb említettük, filozófiailag a fejlődés a változások meghatározott irányú egymásutánját

jelenti, nem határoztuk meg azonban, hogy a változáson mennyiségi vagy minőségi változásokat értünk. A fejlődés folyamatából látszólag magától értetődően következik, hogy a változások minőségiek. A mennyiségi változások nem fejlődést, hanem növekedést eredményeznek, ilyen módon a két fogalom egymástól élesen elkülöníthető.

A valóságban azonban nem ez a helyzet. A minőségi és a mennyiségi változások egymástól elválaszthatatlannak. A legkezdetibb időtől fogva mennyiségi változások szükségesek ahhoz, hogy minőségi változások jöjjenek létre. És ez megfordítva is igaz.

A kérdés vizsgálatakor olyan példákból induljunk ki, ahol a minőségi változások látszólag mennyiségi változásokhoz vezetnek.

A pete megtermékenyítése után barázdálódni kezd. A barázdálódás lényege az, hogy a petesejt osztódásnak indul, és anélkül, hogy a pete tömege növekednék, számos sejt keletkezik belőle. A sejtszaporodás kiindulópontja a megtermékenyítés, ami a pete szempontjából minőségi változást jelent, és ez hozza létre a mennyiségi változásokat. Megvilágíthatjuk azonban ezt másképpen is (és ezért látszólagos a minőség-mennyiség irány), mert a megtermékenyítés hatása a petesejtben az oxidatív enzimek fokozott működését hozza létre (mennyiségi változás) ami a barázdálódáshoz vezet. De a barázdálódás nemcsak a sejtek számának megnövekedését jelenti, hiszen ezen új sejtek nem különálló egyedek, hanem együtt képezik a csírá, tehát a megtermékenyített petesejttől minőségileg (minőségi változás) különböznek.

Minden sejtosztódáskor is a mennyiség-minőség hatás érvényesül. A sejtplazma tömege a maghoz viszonyítva megnő (mennyiségi változás), és ez előidézi a sejt osztódását (látszólag mennyiségi, valójában minőségi változás).

A petesejtek között, mint már említettük, kétféle

típust különböztetünk meg. Ezek egyike a regulációs, a másik a mozaikpete. A regulációs pete egyes részleteinek elvesztése után is képes egy egységes szervezetet létrehozni, míg a mozaikpete nem képes a veszteséget kompenzálni, és mint már láttuk, csak hiányos embrióvá tud fejlődni. A regulációs petében a szervtelepek a pete-sejtben még biológiailag nem determináltak, ezek csak sorozatos sejtosztódások, tehát mennyiségi változások alatt alakulnak ki és jön létre a minőségi változás. A mozaikpetében már a megtermékenyítéskor, ha rejtetten is, determináltak a szervtelepek (minőség), és csak sorozatos sejtosztódások — mennyiségi változások — következtében manifesztálódnak.

Az, hogy a petének valamely területéből mi fog normális körülmények között kialakulni, a benne lejátszódó kémiai folyamatok útján létrejött enzimek tevékenysége által meghatározott. Ezen enzimek a pete különböző területeiben különböző mennyiségben, fokozatok, gradiensek szerint helyezkednek el. A legintenzívebb enzimtevékenység területén indul meg először a fejlődés és egy meghatározott szerv kifejlődését indítja el. Az enzimmennyiség változása hozza létre tehát a fejlődés minőségi változását.

Ugyanezt láthatjuk az organizátor problémájának vizsgálatakor is. Az organizátor a csíra azon területe, amely elindítja és irányítja a szerveződés folyamatát, tehát először indukál. Az organizátort felépítő sejtek száma döntő befolyást gyakorol a fejlődés minőségére. A sejtek száma dönti el, hogy a velőcsőnek kraniális vagy kaudális része az agy, vagy gerincvelő alakul-e ki. Valamely szerv létrejöttéhez megfelelő mennyiségű „alapanyagra” van szükség, ha ez nem áll rendelkezésre, akkor nem kisebb szerv fog fejlődni, hanem az új szerv fejlődése — minőségi változás — elmarad.

Bár példáinkat az embrionális életből vettük, a mennyiségi és minőségi változások, a növekedés és fej-

lődés szoros összefüggése nemcsak az embrióban, hanem az extrauterin fejlődés folyamán is jól megállapítható. Erre példa a csontfejlődés. A csont állandó képződése, a csontszövet megjelenése — tehát a minőségi változás — vonja maga után a csont további növekedését, a mennyiségi változást.

A fentiekből kiderül, hogy a mennyiség-minőség összefüggése a biológiában relatív. Mert a fejlődés bizonyos stádiumában a minőségi változás mennyiségi változással kapcsolatos, másik stádiumban fellépő mennyiségi változó minőségi változást jelent. Ezt a fejlődéssel kapcsolatos sejtosztódás esetében tapasztalhatjuk, de a mennyiség és minőség szoros összefüggése az egész ontogenezis folyamán fellelhető.

7. Kölcsönhatás az élőlény és környezete között

Már az alacsonyabbrendű élőlények ontogenetikus fejlődése folyamán megfigyelhettük, hogy a környezet a fejlődésre nagy hatással van. Így másként fejlődik a pete Ca-mentes tengervízben, mintha a Ca jelen van. Litium jelenléte torzulásokat hoz létre és ezt más anyagokról is el lehet mondani. Magasabb rendű emlősökben is igen nagyjelentőségű a környezet hatása. Így az anyai hormonok nagymértékben befolyásolják a magzat fejlődését, viszont az anya hormonhiányát a magzat kompenzálni képes, ami együtt jár a magzat megfelelő szervében bizonyos morfológiai változásokkal. Erre jellemző példa az, hogy a diabeteses anya betegsége a terhesség alatt javul, mert a magzat szigetszerve a megfelelő hormont termeli.

A szervezet és környezet kölcsönhatását az ontogenezisben a legkifejezettebben a torzfejlődések mutatják. Ilyenkor a fejlődésben levő magzatot kóros ingerek érik, melyek hatására a fejlődő szervezet organizációja

megváltozik, eltorzul. Ennek tárgyalása igen messze vezetne, ezért erre a problémára nem térünk ki.

8. Kölcsönhatás az élőlény egyes részei között

E problémakör az egyed fejlődésének talán a legfontosabb kérdése. Mint már említettük, az enzimatisan legaktívabb terület indul legelőször fejlődésnek, majd ez maga után vonja a többi részek fejlődését is. Ezen legaktívabb és leghamarabb fejlődő rész az őszervező vagy szervező centrum, mely környezetére minőségi változást eredményező hatást fejt ki, és ez a hatás a már többször említett indukció. Ez együttjár a korábban már szintén tárgyalt determinációval és azzal, hogy a fejlődés folyamán a potenciák beszűkülnek. A potencia fogalma képességeket jelent, melyekkel valamely sejt rendelkezik, tehát magában foglalja, hogy mi lehet egy sejtől mindaddig, amíg nem determinálódott. A sejtekben levő potenciák csökkenésével egyre kevesebb lehet belőlük és ugyanakkor egyre inkább manifesztálódik a sejt valamely potenciája, a sejt speciális képességekre tesz szert. Itt azonban megint elértünk az egyszerű és bonyolult fogalmához. Az egyszerű sejtől ugyanis, amely sejtől még gyakorlatilag mindenféle sejt lehet, kialakul a specializált sejt, mely azonban már legfeljebb önmaga reprodukciójára képes, esetleg erre sem, ugyanakkor viszont már olyan funkciókkal bír, melyek az ősi sejtben nem voltak meg. Hogy melyik sejt a bonyolultabb, nem lehet megállapítani, úgy látszik azonban, hogy jelen esetben az indukció hatása inkább az egyszerűtől (egy sejt) az összetett felé (több sejt), de a bonyolulttól (pluripotens őssejt) az egyszerű felé (differenciált sejt) vezet. E problémát filozófiailag még nehezebbé teszi az, hogy a potenciáit vesztett sejt közben öregszik is, tehát a fejlődés végproduktumaként a

sejt életképtelenné válik. Erre talán legjellemzőbb példa a vörös vérsejtek képződése, amelyek olyan ősalakból indulnak fejlődésnek, mely bármely vérsejt képzésére képes, míg maga a vörös vérsejt, amely a tulajdonképpen funkciót ellátja, már nemcsak, hogy önreprodukcióra nem képes, de még, mivel magja sincs (erősökben), sejtnek sem tekinthető.

Az indukció hatására azok a képességek jutnak érvényre a sejtben, ill. egyedben, melyek a filogenezis által meghatározottak. A petesejtben az embrió magában foglalja évmilliók tapasztalatát, azonban ez már az oldalágakat nem tartalmazza, hanem csak a szűrt tapasztalatokat. Ez azt jelenti, hogy amikor valamely sejt megkapja az indukciós lökést, végighalad egy úton, mely út tulajdonképpen a filogenezis megismétlése, azonban e fejlődés már minden bizonytalankodás nélkül az egyenes pályán halad. Kétséges, hogy helyes-e a sejtek esetében dinamikus sztereotípról beszélni, de egészen ehhez hasonló jelenség zajlik le. A sejt öröklelessen hozza magával a filogenetikus fejlődés tapasztalatait, melyek azonban egyenes pályává rendeződnek össze. Példaként talán fel lehetne hozni, hogy a gyermek azt, hogy $5 \times 1 = 5$ úgy tanulja meg, hogy $1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 5$, tehát minden esetben ezt végig is gondolja, míg a felnőtténél az 5×1 fogalma az öt fogalmával azonosul, az összeadás folyamata csak történelmileg előzi meg a szorzását, de az adott pillanatban nem. Ezen példa alapján lehet elképzelni a sejt-képességek viselkedését is. A sejt fejlődését történelmileg megelőzi ugyan a filogenezis, de az indukció hatására már a leggyorsabb és legegyszerűsebb úton jön létre a végeredmény.

A kölcsönös egymásra hatás eredményeképpen jön létre a differenciálódás, a szervezet jellegzetes szöveteinek kialakulása. A potenciáit vesztett sejt differenciált, és a soksejtű szervezetben specializált funkciók ellátására alkalmassá vált. E differenciálódás újabb problé-

mákat vet fel, ami a belső ellentmondások kérdésével függ össze.

9. *A belső ellentmondások*

A differenciálódás a fejlődésnek az a progresszív folyamata, midőn a régiből új keletkezik, midőn jellegzetes, egymástól eltérő új tulajdonságok jelennek meg, pl. a csíra egyforma sejtjeiből a bőrhám, szőrtüsző, szőr, mirigy, idegsejt, pigmentsejt keletkezik. A fejlődés tehát differenciálódás is. Van azonban a fejlődő szervezetben ellenkező folyamat is, a korábban már szintén említett dedifferenciálódás, amidőn az egyszer már differenciálódott sejt elveszti jellegzetességeit és saját fiatal állapotához válik hasonlóvá.

A differenciálódás előrefelé irányuló folyamat, a fejlődési koncepcióba szabályosan beilleszthető. A dedifferenciálódás tulajdonképpen negatív előjelű differenciálódás, azonban nem úgy viszonyul ehhez, mint pl. a fejlődés vagy öregedés, hanem éppen ellenkezőleg rejuvénációt jelent. Ha ezt egy sejtben különböző időpontokban találjuk meg, nem is jelent filozófiai problémát, a probléma akkor jelentkezik, mikor az egy sejtben van meg ugyanabban az időpontban. Ekkor ugyanis belső ellentmondások jelentkeznek.

Itt rá kell térnünk egy korábban már tárgyalt problémára. A petesejt az oogoniumból differenciálódik. Az oogonium csak petesejtet képes létrehozni, ill. a neki megfelelő, csak szaporodási szempontból értéktelen sarki testet. A megtermékenyített petesejt dedifferenciálódik és a teljes egész szervezetet hozza létre, benne az oogoniumokkal is. Az oogoniumot azonban hiába próbáljuk megtermékenyíteni, nem lehet. A megtermékenyítéshez tehát a differenciálódás bizonyos foka szükséges. Ez azt jelenti, hogy a petesejt differenciálódása

teremti meg a lehetőségeket a dedifferenciálódáshoz, ahhoz a maximális dedifferenciálódáshoz, mely az egész szervezet létrehozását teszi lehetővé. A tézist tehát a petesejt differenciálódása jelenti, mely magában hordozza az antitézist, a petesejt dedifferenciálódását, mely antitézis csak a tézissel együtt teljesedhet ki, és a kettő egymásra hatása eredményezi a szintézist, mely jelen esetben nem más, mint az egész egyed fejlődése, az ontogenezis. Az ontogenezist tehát mint a belső ellentmondások kifejeződését is tekinthetjük.

A másik olyan probléma, mely a belső ellentmondásokkal kapcsolatos, a rész és az egész kérdése. Valamely szerv vagy szövet sejtekből épül fel. A szövet minőségét tehát a sejtek mennyisége adja. A szövet vagy szerv azonban több, mint a sejtek mennyisége, azoktól minőségileg különbözik. A sejtek egyidejűleg sokkal szélesebb potenciákkal rendelkeznek, mint a szövet. E potenciákat azonban a szövet vagy szerv korlátozza. Ez vezet a belső ellentmondásokhoz, melyeknek manifesztálódási törvényszerűségei azonban még nem tisztázottak.

Az ontogenezis problémájával kapcsolatban felmerült, amire az indukcióval kapcsolatban már utaltunk, hogy az ontogenezis megismétli a filogenezist. Ott utaltunk arra, hogy ez nem tökéletes, csak értelem szerinti rekapitulációt jelent. Mindenesetre azonban sok esetben előfordul, hogy a rekapituláció morfológiai jellegét megtartja, ugyanakkor, amikor a funkció már szükségtelen. Ez valószínűleg azzal áll kapcsolatban, hogy az egész rekapituláció folyamán először az általános, majd a különös (fajra jellemző), míg végül az egyedi bélyegek jelennek meg.

A fentiekből úgy látszik, hogy az ontogenezis folyamán a funkció sokkal dinamikusabb, mint a struktúra, mely sok esetben konzervatív. Talán a legjobb példák erre az emlős petesejt meroblasztikus fejlődése, a szik-hólyag, ill. az allantois kialakulása emlősökben.

Mindezen fentebb elmondottak arra engednek következtetni, hogy az ontogenezis mind filozófiailag, mind biológiailag megmagyarázható. Egyre inkább megismerjük a fizikai és kémiai folyamatokat, melyek a fejlődést eredményezik. Nincs szükség tehát semmiféle misztifikációra, mely pedig bőségesen tenyészik az embrionális fejlődéssel kapcsolatban. Sőt ez még egyes területeken tudományos téren sem szűnt meg, amennyiben ma is olvashatunk olyan kitételeket, hogy pl. a magzat az inrauterin életben időnként vizeletet ürít, nyelő és légző mozgásokat végez és ezt „exercitii causa”, gyakorlás okából végzi. A fentiek tudatában ez nyilvánvaló értelmetlenségnek látszik.

Az ontogenezissel kapcsolatban ki kell térnünk még egy problémára, mely nem elsősorban magát az ontogenezist, hanem annak vizsgálati módszereit érinti. Ez azért látszik szükségesnek, mert a vizsgálati módszer bizonyos esetben éles kritikákat vált ki.

A LOMBIK-BABY

A múlt év elején az olasz lapok szenzációs hírt közöltek: Petrucci olasz professzor üvegben megtermékenyített emberi petesejt fejlődését figyelte meg és vette filmre egészen a 29. napos életkorig. A sajtó természetesen világszerte felkapta a hírt és napokon belül az egész világon foglalkoztak a kísérlettel. Voltak vélemények, amelyek kétkedéssel fogadták az eredményeket, mások elismeréssel szóltak róla, míg ismét mások teljes mértékben elítélőleg emlegették. Ez nem is csodálható: embernek lombikban való előállítását az emberiség régi problémái közé tartozik, orvosok, biológusok gondolkodtak rajta, írók fantáziáját termékenyítette meg (elég ha itt Huxley, *Szép új világára* gondolunk), sőt gyakorlati próbálkozások is történtek már. Másrészt a kérdésnek társadalmi, sőt erkölcsi vonatkozásai vannak, érthető tehát az emberiség széles rétegeinek érdeklődése a „szenzációs” kísérletek iránt. Miután a lombik-baby kérdése ilyen sokféle kategóriát érint, jogos, hogy a különböző kategóriák szempontjából vizsgáljuk meg.

Mindenekelőtt meg kell néznünk, hogy melyek voltak a tudományos előfeltételek, amelyek ezen kísérletekhez vezettek, tehát hogy valóban szenzációról van-e szó, avagy a tudomány fejlődésének egy törvényszerűleg előrelátható fázisa következett be.

Az ember lombikban való „előállításának” feltételeit két oldalról közelíthetjük meg. Ezek egyike a szövettenyésztés, míg a másik a szaporodásról szerzett ismereteink fejlődése.

Több mint fél évszázada már annak, hogy az első eredményesnek mondható szövettenyésztési kísérleteket lefolytatták. A szövettenyésztés lényege az, hogy az élő szervezetből szöveteket veszünk ki, melyeket számukra kedvező körülmények közé helyezünk. Itt — a mesterséges környezetben — a szövetek élettevékenységüket tovább folytatják, a sejtek szaporodásnak, növekedésnek indulnak, táplálkoznak és a reájuk jellemző életfunkciókat mutatják fel. Ha kis szövetdarabkákat ültetünk ki, a sejtek az anyadarabból be fognak nőni a táptalajba, s eközben dedifferenciálódnak, azaz korábbi specializált formájuk helyett, kevésbé specializált ősből sejttípusok jönnek létre.

A szövettenyésztési technika fejlődése azonban lehetővé tette, hogy nemcsak szervrészleteket, tehát szövetdarabkákat lehet a szervezeten kívül, üvegben életben tartani, hanem egész szerveket is, ill. egyes szövetrészleteket lehet olyan típusú növekedésre bírni, hogy egész-szerv formát öltsenek és mint egész szerv funkcionáljanak. Ugyancsak e metodika tette lehetővé a fejlődés korai stádiumában levő szervek, szervtelepek tenyésztését is, ami azt eredményezte, hogy a fejlődésnek indult szervtelepekből üvegben a megfelelő szervek alakultak ki. Így akár filmfelvételek segítségével is meg lehetett figyelni a gége, a szív vagy a tüdőtelep fejlődését, amikor is pl. a tüdőtelepből az egész tüdő kialakulását nyomon lehetett követni.

E kísérletekből úgy látszott, hogy innen már csak egy lépés szükséges ahhoz, hogy az egész organizmus üvegben tenyészthető legyen.

Most pedig vizsgáljuk meg a második tudományos előfeltételt, a szaporodásról szerzett ismereteink gyarapodását.

Néhány száz évvel ezelőtt, amikor Anthony van Leeuwenhoek tanítványa Ham leideni diák a spermiumokat felfedezte, azokat valamiféle kis állatkáknak nézte. Később ezek jelentőségével kezdtek tisztába jönni, azonban az elképzelések még mindig fantasztikusak voltak. Azt hitték, hogy az egész későbbi ember mint egy apró kis homonkulusz helyezkedik el benne és a fejlődés tulajdonképpen nem más, mint ezen apró emberke megnövekedése. Alig több, mint száz esztendeje, hogy a megtermékenyítés lényegét, a hím és női ivarsejt egybeolvadását, mint a fejlődést megindító folyamatot megismertük. Ezután azonban a megtermékenyítésről szerzett ismereteink gyarapodása rohamossá vált. Különösen sokat vizsgálták e folyamatokat alacsonyabb rendűekben, ahol is a petesejt és spermium találkozása a külső környezetben történik meg. Ilyen esetben a fejlődés folyamatai a megtermékenyítés után mikroszkóppal, de sokszor szabad szemmel is követhetők voltak.

A továbbiakban kiderült, hogy a spermium behatolása a petesejtbe nem feltétlenül szükséges a megtermékenyítéshez, mert a pete túvel való megszúrása, hővel vagy vegyi anyagokkal való kezelése is elegendő a fejlődés megindításához. Így érkezett el a kutatás a művi megtermékenyítéshez (partenogenezis artificialis). Ez megmutatta, hogy a megtermékenyítés tulajdonképpen egy fiziko-kémiai folyamat, mely a petében rejlő potenciákat mobilizálja, ill. realizálja. Mindezen kísérletek eredményeként a megtermékenyítés miszticizmusa kezdett szétfoszlani, és világossá vált, hogy melyek azok az erők, amelyek a korai fejlődést szabályozzák. Természetesen ezek a kísérletek először gerinctelenek, ill. alacsonyabb rendű gerincesek petéin történtek, és csak a

későbbiekben került sor magasabb rendűek, így az emlősök megtermékenyítési folyamatának vizsgálatára.

Már 1912-ben sikerült az egérpetét üvegben megtermékenyíteni, majd a 30-as években Pincus izolált nyúlpetét termékenyített meg. A megtermékenyített nyúlpeték az anyába visszahelyezve igen nagy százalékban ki is fejlődtek. Az utóbbi években az emberi pete megtermékenyítésével is igen sokat foglalkoztak. A vizsgálatokból kiderült, hogy az emberi pete az anya testén kívül is megtermékenyíthető, fejlődését megkezdji és lezajlik a megtermékenyítést követő barázdálódási folyamat.

A megtermékenyítés, mint ezt az ismertetett eredmények is mutatják, tehát az anya testén kívül sem látszik problematikusnak. Hátra van azonban még a további fejlődés biztosítása, ami nem jelent könnyű feladatot. A szövettanban levő szövet ugyanis a környező tápfolyadékából táplálkozik, oxigén-szükségletét is ebből fedezi, bomlástermékeit is ebbe adja le, ami megköveteli a táptalaj időnkénti lecserélését. Az ún. szervtenyészet már magasabb igényekkel lép fel, teljes sikeréhez szükséges a táptalaj folyamatos cseréje és a gázanyagcsere biztosítása. Érthető, hogy az egész szervezet tenyésztése még nagyobb feladatot állít a kutató elé.

Mindemellett, már 1930-ban, Brachet-nak nyúl szervezetéből eltávolított blasztulát sikerült in vitro körülmények között 30 óráig életben tartani, majd 1936-ban Jolly és Lieure több napos patkány- és tengerimalac embriókat 3 napon keresztül tenyésztett idegen környezetben. Mindezek a kísérletek azt mutatják, hogy akár mesterséges módon és mesterséges helyen, akár mesterséges helyen és természetes módon sikerült a petéket megtermékenyíteni. A kísérletek azóta számos emberi petén is folytak és több-kevesebb eredményre is vezettek. A probléma ezek

után tehát csak úgy merül fel, hogy meddig lehet az emberi csirát üvegben felnevelni. Most, mint erről a bevezetőben már szó volt, Petruccinak 29 napig sikerült felnevelnie mesterséges körülmények között az anya szervezetén kívül megtermékenyített emberi petét.

2. A tudományos állásfoglalás kérdése

Jogosan vetődik fel ezek után a kérdés, — hogyan sikerült mindezt Petruccinak megcsinálni? A napilapok cikkei arról tájékoztatnak, hogy speciális kamrát épített, mely olyan feltételeket biztosított, mint amilyenek az anyai szervezetben vannak. A probléma elég bonyolult lehetett. Az emberi szervezetben a placenta biztosítja a magzat táplálását az anya vérkeringéséből, és e magzati szerv rendkívül bonyolult feladatokat lát el. Ugyanakkor felépítésében a magzati szöveteken kívül az anyai szövetek is részt vesznek, és rendkívül kérdéses, hogy az anyai szövetek nélkül, csupán a magzati szövetek egymagukban képesek-e olyan mértékben és megfelelő irányban differenciálódni, hogy a funkciókat el tudják látni. E funkciók valóban igen sokrétűek, a placenta lebonyolítja a magzat anyagcseréjét, tehát tápanyagokat vesz fel és bomlástermékeket ad le, rajta keresztül bonyolódik le a gázcsere és ami a legkülönösebb tulajdonsága: szelektál. Tehát bizonyos anyagokat átenged, másokat nem és így biztosítja a magzat normális fejlődését. Mindezt mesterségesen pótolni rendkívül nehéz. Így tehát anélkül, hogy kétségbe vonnánk Petrucci eredményeit, várakozó álláspontra kell helyezkednünk mindaddig, amíg nem napilapokból, hanem tudományos cikkekből és filmkockákról láthatjuk az elért eredményeket.

A másik érdekes kérdés az, hogy a szövettenyésztésben, mint erről már szó volt, elsősorban dedifferenciáló-

dási folyamatok zajlanak le, melyeket igen nehéz megakadályozni, viszont ezekben a kísérletekben éppen a megfordítottja, szabályos differenciálódás történt, mégpedig nem is akármilyen, hanem olyan, amelynek végeredménye a teljes organizált szervezet lett volna.

Mindezen fentebb elmondottak azonban nem jelentik azt, hogy embernek lombikban való „előállítását” és a fejlődési folyamatok in vitro megfigyelése lehetetlen. Éppen ellenkezőleg! A tudomány eddigi eredményei minden előfeltételt megteremtettek ezekhez a kísérletekhez, és elsősorban technikai kérdésnek tekinthető az embrió kísérleti körülmények között való hosszabb-rövidebb ideig való felnevelése. És amennyiben Petrucci kísérletei valóban egzaktak, csak mint technikai bravúr jelentenek szenzációt, mégpedig mint olyan technikai bravúr, amely számos, az életfolyamatokkal és fejlődéssel kapcsolatos homályos kérdést tisztázhat.

3. A kérdés erkölcsi oldala

Úgy állunk tehát a lombik-baby kérdésével, hogy akár már valóban megcsinálták, akár a közeljövő fogja meghozni az ezzel kapcsolatos eredményeket, úgy látszik, a fejlődés tudománya nagyot lépett előre. Mégis, nem egy nyugati lapban — napilapban és tudományos jellegű lapban egyaránt — lehetett találni felháborodott sajtóvisszhangot a kísérletekkel kapcsolatban, melyek kegyetlenségről beszéltek, és gyilkosságot emlegettek, mivel Petrucci az embrió megfigyelését 29 nap után nem folytatta, és a kísérletet leállította. Minek tulajdonítható ez, és mik a problémák?

A Petrucci-féle kísérletek miatt felháborodottak többsége elvileg elítéli az emberi embriókon végzett kísérleteket azzal az indokolással, hogy:

1. kísérletezni csak állaton szabad,
2. az embriókon való kísérletek oktanul embernek okoznak fájdalmat,
3. ha a kísérlet végig nem sikerül, úgy az embrió elpusztul, ez pedig gyilkosság,
4. ez az isteni műbe való beavatkozás.

Nézzük meg egyenként a felsorolt pontokat.

1. A kísérletek általában valóban állatokon szoktak történni. Azonban meg kell mondanunk, hogy az embereken való ártalmatlan kísérletek sem ritkák. Az állatkísérletek és emberkísérletek szembeállítását talán a legjobban mutatja A. Portmann baseli professzor cikke, a *Das ärztliche Panorama* című folyóirat 1961. márciusi számában, ahol is az egyébként kiváló összehasonlító anatómus az emberi embriókon végzett kísérletek ellen foglal állást. Mint írja „még a marxista ateista is fokozatokat különböztet meg az organikus komplexitáson belül; különbséget tesz alacsonyabb és magasabb rendűek között; ő is kutyákat küldött a világűrbe, mielőtt embert tett ki ennek a kísérletnek”.

Az idézett mondattal egyet lehet érteni és ugyanígy azokkal is, akik ehhez hasonló véleményen vannak. Azonban ez jelen esetben is megtörtént, hiszen a fentebbi hiányos felsorolás is mutatja, hogy az egészen alacsony rendűektől a magasabb rendű emlősökig hogyan jutott el a tudomány arra a fokra, amikor már az emberi petén is lehetett kísérletezni. Meg kell mondani azonban, hogy az emberben lezajló folyamatokat az állatvilág egyetlen tagján sem lehet ugyanígy reprodukálni, ezért az emberen történő megfigyelések is szükségesek. Sőt ennél tovább is mehetünk, hiszen ismeretesek emberkísérletek, hiszen minden gyógyszer, mielőtt általános forgalomba hoznának, emberek kisebb csoportján próbálnak ki, ugyanez vonatkozik pl. az oltóanyagokra is, és tudjuk,

hogy az utóbbiak vizsgálata több esetben még áldozatokat is követelt.

2. Kétséges, hogy az embriókon való kísérletek fájdalmat okoznak az embernek. A „nil nocere” elve minden orvos számára alaptörvény. Azonban ez emberre vonatkozik. Az embrió, ilyen korai állapotában fájdalomérzéssel nem rendelkezik. Talán jogos ezen embriókat éppen úgy kezelni, mint a szövettényészeteket, a gonádszövet egy speciális tenyészetét, amelyből nem diffúzan kinövő sejtek vagy egyes szervek keletkeznek, hanem egy egész organizmus.

3. A legnagyobb konsternációt az embrió elpusztítása váltotta ki, és ezzel kapcsolatban gyilkosságot emlegettek. Vajon valóban gyilkosság-e a kísérletek megszakítása az embrió ezen korai fejlettségi állapotában? Hiszen erre az embrióra az ember kifejezés nem illik rá, fejlettségi foka nagyon alacsony, önálló tudata nincs. Ha pedig nem ember, gyilkosságról nem lehet beszélni. És ezek után vessük fel a kérdést: a művi abortus vajon gyilkosság? mert ha nem, akkor a lombik-kísérletekben a magzat elpusztítása sem az. Hiszen az abortus az anya szervezetén belül, normális fejlődésben levő magzatot pusztít el, amely közel 100%-os valószínűséggel megszületik — ha az abortust nem hajtják végre — és közel 90%-os valószínűséggel normális újszülöttet eredményez. Míg a lombik kísérletek? A technika mai állása mellett közel 100%-os valószínűséggel torz embrió fejlődéséhez vezetnek és jelenleg még a teljes 10 holdhónapig tartó in vitro felnevelés nem is lehetséges. Hiszen valószínű, hogy Petrucci esetében is éppen ezért álltak meg a kísérletek a 29-ik napon. És tegyük hozzá: ha az abortuszok százezrei mellett elmegyünk, sőt az ab. egyre jobban tért hódít a születésszabályozás által, a gazdaságilag fejlett és az utóbbi időben magas lélekszámú és gazdaságilag még nem eléggé fejlett országokban is, akkor éppen azon néhány embrió elpusztítása

jelent gyilkosságot, amelynek emberi egyeddel semm közvetlen kontaktusa nincsen, viszont elősegíti az emberi torzfejlődések megismerését és ezáltal talán elhárítását is? Egészében véve, a lombikban gyilkosság ugyanaz, ami az anyaméhben nem?

4. A negyedik kérdés az isteni műbe való beavatkozás problémája, a kérdésnek nem tudományos oldala. Van azonban jogilag és genetikailag érdekesebb pont, amelyet a kísérletek ellenzői ugyan nem vetnek fel, ezek azonban valóban fennállanak. Arról van szó ugyanis, hogy ezek a lombikkísérletek, de már maga a művi inszemináció — tehát az anyában történő mesterséges megtermékenyítés — is felvethetnek bizonyos problémákat. Így az anya és apa egymáshoz való viszonyának kérdését, ill. az apa ismeretlenségét. Mindaddig ugyanis, amíg a művi inszemináció — mely a nyugati országokban különösen az Egyesült Államokban és Ausztráliában elég gyakori — a férj spermiumával történik meg, semmi probléma nem adódik. Jelentkeznek azonban a problémák akkor, ha nem a férj, hanem idegen donor spermáját használják fel. Ilyenkor a problémák az apa ismeretlenségéből adódnak. A művileg megtermékenyített anyák sok esetben igyekeznek megtudni az apa kilétét, ami igen sok bonyodalomhoz vezethet. De még nagyobb probléma az, hogy az apa ismeretlensége lehetővé teszi, hogy egy-egy férfinak szinte korlátlan számú gyermeke legyen. Így az ausztráliai Sidneyben történt meg, hogy egy orvos mindig a saját spermájával végzett mesterséges megtermékenyítést és mintegy 400 gyermeke született addig, amíg a hatóságok erről tudomást szereztek. A gyermekek ilyen hallatlanul nagy száma elsősorban genetikai problémákat vet fel. A fent említett 400 gyermek ugyanis féltestvér, akik egyugyanazon városban laknak. Itt lehetőség nyílik a féltestvérek összeházasodására, hiszen nem tudják egymásról a rokonságot. Ez pedig rendkívül sok testi

és szellemi defektust idézhet elő az utódgenerációkban.

Magától értetődik, hogy amennyiben sor kerülne arra, hogy a lombikban megtermékenyített petét sikerül teljesen kifejleszteni, ehhez hasonló problémák adódhatnak. Annál is inkább, mert ebben az esetben nemcsak az apa, hanem az anya is ismeretlen. E probléma azonban kizárólag csak elméleti jelentőségű.

4. *A kérdés társadalmi oldala*

A kísérletek elleni támadások zömének indítóoka az volt, hogy ebben az isten művébe való beavatkozást látták. Erre talán legjellemzőbb a már idézett Portmann professzor véleménye: „Ennek a világszemléletnek (a keresztény világszemléletről van szó) az emberi élet Istenhez különösen közelállónak tűnik, az individuumnak ebben az «egyszeri megjelenés» értéke van. Minden ismeretünk ellenére, hogy ti. az emlőszállatok típusához tartozunk, mégis megköveteli tőlünk a forma szokvány létrejöttével szembeni mély alázatot.” Majd a továbbiakban arról beszél, hogy nem lenne helyes, ha az ember szaporodása egyszerűen jól képzett technokraták kezébe kerülne (és itt megint önkénytelenül eszünkbe jut Huxley könyve, a *Szép új világ*, mint ahogy erre Portmann is hivatkozik).

A római katolikus egyház tiltakozása volt a legerősebb, és nyilván azoké, akik valamilyen módon az egyházzal kapcsolatban álltak. Petrucci különös szerencsétlensége, hogy kísérleteit éppen Olaszországban végezte, ahol tudvalevőleg a klérus a legerősebb hatalmi pozíciókkal rendelkezik. A tiltakozások, a támadások, ha személyre szólnak is, nem a személyre vonatkoznak, hanem a kísérletek ellen, végezze azokat bárki is. Éppen ezért akár egzaktak Petrucci kísérletei, akár nem, tisz-

tázní kell, miért támadja az egyház a fejlődéstan ilyen irányú kísérleteit.

A megtermékenyítés — a fogantatás — a leginkább misztifikált dolgok közé tartozik. A folyamat sejtes szinten zajlik le, tehát hosszú ideig láthatatlan volt és amikor mikroszkóp alatt láthatóvá vált, még mindig nem voltak tisztázottak azok a tényezők, amelyek szerepet játszottak benne, és nyugodtan elmondhatjuk, hogy igen sok probléma mind a mai napig nem tisztázódott.

Éppen a folyamatok ezen tisztázatlansága teremtett lehetőséget az egyháznak arra, azok után, hogy a fejlődő tudomány egyre több területről szorította ki, hogy e területen próbálja megvetni a lábát és a folyamatokat isteni beavatkozásként próbálja feltüntetni. Minden olyan kísérlet, amely a fejlődés jelenségeinek tisztázásához vezet, csapás az „isteni mű” fogalmára, ezáltal az egyház talajára. Ezért csapott magasra az egyház haragja a kísérletek miatt, és jelentek meg a cikkek, bírálatok és ledorongolások, melyek szinte egyetlen esetben sem a kísérletek hitelességét vonták kétségbe, hanem elvileg foglaltak állást a kísérletek végzése ellen.

Mindezt elolvastva talán úgy tűnhet, hogy a problémák, amelyek a lombik-baby kérdését érintik, nem szorosan filozófiai jellegűek és nem szorosan természet-tudományosak. A polémia, melyet lefolytattunk, első-sorban arra szolgál tanulságul, hogy a tudományt még ma is sok olyan vádaskodás ellen kell megvédeni, amely modern természetkutató számára naivitásnak tűnik.

AZ INDETERMINIZMUS, A VÉLETLEN ÉS A SZÜKSÉGSZERŰSÉG VISZONYA A BIOLÓGIÁBAN

Napjainkban a dialektikus materialista filozófiának sokat tárgyalt problémája, az elsősorban a koppenhágai fizikusok munkája nyomán előtérbe került ún. fizikai indeterminizmus. Emellett csak eléggé ritkán merül fel a biológiai indeterminizmus kérdése. És ez érthető is így. Senki sem posztulált a biológia egészére vagy valamelyik részére általánosan érvényben levő indeterminizmust, mint ahogyan az indeterminizmus állítólag a mikrofizika egész világára érvényes lenne. Nem létezik a biológiának nyílt és egységes indeterminista elmélete vagy rendszere és a napjainkban talán fokozódó gyakorisággal fellépő, de még mindig csak szórványos biológiai indeterminizmusból nem vontak le olyan messzemenő filozófiai következtetéseket, mint a fizikaiból. Sőt egyenesen felmerül a kérdés, hogy van-e egyáltalán endogén biológiai indeterminizmus per analógiát, ill. a fizikai módszerek biológiai alkalmazásának egyre gyakoribbá válásával a biológiában. Bárhogy is legyen ez a kérdés, annyi bizonyos, hogy a biológiainak a fizikai indeterminizmus komoly hajtóereje. Mindezek előrebocsátása után is azonban úgy gondoljuk, hogy a biológiai indeterminizmus olyan kérdés, amellyel foglalkozni érdemes és szükséges. Ez egyébként már a korábban felvetett kérdésekkel kapcsolatban is szükségszerűségként merül fel.

Korábban rámutattunk arra, hogy ma is vannak olyan nézetek, amelyek szerint pl. az embrió valamit *exercitii causa*, gyakorlás okából végez. De azért erre az

ún. teleologikus irányzatra mégis csak legjellemzőbb az a híres-hírhedt lamarcki magyarázat, amely szerint a zsiráfnak azért olyan hosszú a nyaka, hogy a magas fák leveleivel is tudjon táplálkozni. (Igaz, hogy az említett lamarcki tézis eredetiben nem ilyen egyszerű és csak utóbb, mások által lett így leegyszerűsítve. Azonban az eredeti szöveg is abból indul ki, hogy az állat egész testalkata ezért változott meg, mert kénytelen volt magas fák leveleivel táplálkozni.) A funkcióval, a funkció célszerűségével magyarázni a történéseket mindig a legegyszerűbbnek látszik, és miután a biológiai történések zöme valóban a természethez, ill. a környezethez adaptálva alakul ki — természetesen filogenetikailag —, legtöbbször a magyarázatok kézenfekvőnek is látszanak. Ebből következik az is, hogy különösen fízológiai művekben történnek olyan állítások, amelyek könnyen értelmezhetők teleologikus módon is. Hiszen a fízológus feladata, hogy az egyes funkciókat tisztázza és azok normális vagy kóros lefolyásának jelentőségét állapítsa meg, figyelembe véve az egész szervezet összhangját és szükségletét. Így érthető meg az is, hogy egyesek a modern biológiai indeterminizmus kezdetét éppen a fízológus Johannes Müller munkásságától számítják.

Ezen állítólagos kauzális szemlélet valójában idealista, és indeterminista jellegét mi sem mutatja jobban, mint az, hogy most már tovább keresve a célszerűség okát, vagy misztikus képességeket tételez fel (élőlények akarata, törekvése, preadaptáció: alkalmazkodás olyan körülményekhez, amelyek csak később fognak bekövetkezni, az egyed áldozata a faj érdekében [önritkulás] stb.), vagy olyan homályos filozófiai tanításokra utal, mint Leibniz „prestabilizált harmónia” elmélete. Más esetekben egyenesen istent hívja segítségül, mint a katolikus egyház által engedélyezett „darwinizmus”, mely a fajfejlődést azzal magyarázza, hogy a teremő végtelen jósága tette lehetővé, hogy az élőlények tökéletesedje-

nek. Ezzel kapcsolatban azonban óhatatlanul felmerülnek olyan kérdések is, hogy valóban van-e az élő természetben célszerűség, és ha igen, annak mi a forrása. Ebben az összefüggésben erről csak annyit, hogy célszerűség tényleg van, hiszen ami abszolút célszerűtlen, az a legszélesebb értelemben vett szelekció áldozata lesz. Pusztán az, hogy az őslénytani bizonyítékok szerint sok 100 millió év óta megszakítás nélkül léteznek Földünkön élőlények, igazolja, hogy az élővilág egészében nem lehet fogalmaink szerint célszerűtlen. Ugyanakkor azonban abszolút célszerűség nincs. Az, hogy a földtörténet során számos faj kipusztult, igazolja, hogy ezek nem feleltek meg a környezeti feltételeknek, vagyis nem voltak célszerűek. De a ma élő fajok sem tökéletesen célszerűek. A természet háztartásában elfoglalt helyük szerint az élőlényeket három nagy kategóriába osztják: producens, konzumens és reducens típusba. Bármelyik típusba tartozók teljes kiesése lehetetlenné tenné a másik két csoportba tartozók életét a mai formában. Ez azonban azt is jelenti, hogy a producensek, sőt a konzumensek egy részének is állandóan áldozatul kell esnie a többi konzumensnek. Viszont az áldozatokat fogalmaink szerint nem tekinthetjük tökéletesnek. Célszerűnek tehát csak a három típus állandó megmaradását, egyensúlyát, de nem az egyes egyedeket tekinthetjük. A célszerűség a természetben tehát csak viszonylagos. A viszonylagosság pedig szintén indeterminista értelmezések lehetőségét nyitja meg: A viszonylagos célszerűség forrásait illetően a tudomány ma még eléggé a homályban tapogatózik. Ma már senki sem kételkedik a környezeti hatások, az alkalmazkodás jelentőségében, azonban olyan feltételezés, hogy az élőlények minden változása egyben célszerű alkalmazkodás is, hogy valamely funkció szükséges volta megteremti rögtön a megfelelő szervet is a funkció ellátására, ma már megengedhetetlen vulgarizálás.

Végeredményben mindazok az elképzelések, amelyek a viszonylagos célszerűségre építenek, elhanyagolják az igazi okozati összefüggéseket. Ha pedig a kauzális összefüggések irányába megindulnak, akkor végül is vagy az élőlények törekvéséhez, vagy istenhez jutnak el. Ahol azonban nincs igazi ok, ahol ok helyett misztikumra bukkanunk, ott nem lehet determinizmus. Így a biológiai indeterminizmus egyik forrása a teleologikus szemlélet.

Néha a biológiában ez a probléma bizonyos értelemben fordítva jelentkezik. Nem a cél szorítja ki az okot, hanem fordítva, miután egyes esetekben nem lehet tapasztalni célszerűséget, elvetik az okozati összefüggést is. Ha megtermékenyített petesejtet pl. megfelelő hideg-shocknak teszünk ki, akkor számos pete elpusztul, mások változatlan utódokat adnak. Megint másoktól származó utódok azonban különböző módon eltérnek a normálistól. Megváltozik pl. az állat pigmentációja. Ez a változás ökológiai szempontból lehet közömbös, tehát az állat a hidegkezelés után sem hidegérzékenyebb, sem hidegtűrőbb nem lesz, nem változik testhőmérséklete, stb. Ez a helyzet azokban az esetekben, amelyeket Darwin határozatlan változásoknak nevezett, mert ökológiai jelentőségüket, hasznos vagy káros voltukat nem tudjuk megállapítani. Darwin azonban mindig leszögezte, hogy határozatlan változásnak is van oka. Ma már a fent említettekhez hasonló esetekben pontos biokémiai analízissel kimutatható, hogy a pigmentváltozás bizonyos fermentek működésének a hideg következtében létrejövő blokirozásának következménye. Darwintól eltérően azonban újabb kori biológusoknál előfordul, hogy nem választják külön egyrészt azt, hogy a szervezet válasza a környezeti hatásra adekvát, másrészt, hogy az adekvát reakció nem feltétlenül adaptív jellegű. Ebből viszont arra a következtetésre jutnak, hogy az egész reakció nem adekvát. Így tehát nem lát-

ván a célszerűséget, tagadják az okozatiságot is. Véleményünk szerint a hiba forrása az, hogy egy biofizikai vagy biokémiai szinten ható ok és az ugyanazon a szinten megmutatkozó okozat között nyilvánvaló és értékelhető az összefüggés. De más szinten — példánkban az ökológiai, tehát szorosabb értelemben vett biológiai szinten — mutatkozó eredménnyel nem hozható mindig nyilvánvaló biológiai jelentőséget, célszerűséget mutató összefüggésbe. A biológiai indeterminizmus egyik forrása tehát abból táplálkozik, hogy a biológiai mozgásforma ugyan magában foglalja a fizikai és kémiai mozgásformákat is, de a különböző mozgásformák szintjén fellépő okok okozatát elsősorban a megfelelő mozgásformán belül kell értékelni, mert ellenkező esetben felmerülhet az indetermináltság látszata. Az a látszat, hogy az egyik szinten ható ok a másik szinten mutatkozó okozattal nincs közvetlen összefüggésben, nem értékelhető a másik szint törvényszerűségeinek összefüggésében, néha úgy kerül kifejezésre, hogy az eredmény határozatlan, véletlen.

A véletlen fogalma vezet a következő kérdésünkhöz. Ezt a fogalmat sok biológus használja abban az értelemben, hogy a jelenségnek nincs oka, indeterminált. Sajnos sokkal kevesebb azoknak a biológusoknak a száma, akik tudatosan a dialektikus materializmus tanítása értelmében a véletlent is szigorúan determinálnak, a szükségszerű megjelenési formájának fogják fel. Nézzünk most meg néhány olyan esetet, amikor konkrétan felmerül a véletlen fogalma a biológiában. Az ún. véletlen egyik forrása abból adódik, hogy a biológiai kísérletekben majdnem mindig előfordul bizonyos szórás.

Pl. a már említett esetben, amikor megtermékenyített petesejtet hideghatásnak tesznek ki, a peték egy része elpusztul, másik részéből ép egyedek fejlődnek, és megint más egyedek a normálshoz képest kisebb-

nagyobb elváltozásokat mutatnak. Ha ebből a leletből, hogy azonos hatásra különböző eredményeket kapunk, nem akarunk rövid úton arra következtetni, hogy a folyamat indeterminált, a környezeti feltételek pedig, és a behatás, amelyet alkalmaztunk, valójában azonos volt, akkor csak egy lehetséges magyarázat marad: a kiindulópont nem volt egységes. És ez tényleg így is van a biológiában, nyugodtan lehet állítani, hogy nincs két egyforma élőlény. Ez ismét olyan probléma, mely a kísérletekben számos nehézséget okoz és amely indeterminista magyarázatok forrásává válhat. A biológus anyagát azonban jelenleg csak igen kevésbé tudja jellemezni és ezért a különbözőségeket is csak kevésbé tudja figyelembe venni. Milyen szegényesen hatnak a fizika rendkívüli lényegbevágó állapotjelzői mellett mint tömeg, fajsúly, hőmérséklet, nyomás stb. még a legkiválóbb orvosi anamnézisek is, pl. 30 éves jól táplált férfi és a szokásos vizsgálati adatok, pl. hőmérséklet, vérnyomás, vérsejtsüllyedés stb. Abban, hogy a biológus nem tud teljesen azonos vizsgálati anyaggal dolgozni, nagy szerepet játszik az öröklődésen és környezeten kívül az is, hogy a biológiában rendkívül nagy jelentősége van a részfolyamatok időbeli koordináltságának. Tehát a biológiai vizsgálati anyag inhomogenitását ma ismert jelzőkkel nem tudjuk eléggé mélyrehatóan karakterizálni és sok esetben még azt sem tudjuk, hogy egy jelenség létrehozásában milyen tényezők vesznek egyáltalán részt. A matematikus, de néha még a fizikus is, idealizált rendszerekkel dolgozik, amelyekben bizonyos tényezőket szándékosan figyelmen kívül hagy, másrészt minden lényeges tényezőt be tud venni értékelésébe. Ebből következik, hogy a matematikusok és a fizikusok munkáját nem nehezíti annyira a biológus mindennapi gondja, vagyis az, hogy azonos hatásra különböző eredmény lép fel. Ezt a jelenséget szokták a véletlen kifejezéssel is jellemezni, és azt a következtetést vonták le,

hogy a vizsgált folyamat nem törvényszerű. Ez azonban csak azt jelentheti, hogy a reakció feltételei nem voltak azonosak.

Mindez nem jelenti azonban azt, hogy a biológia nem egzakt tudomány. A biológusnak megvannak saját módszerei és egyre tökéletesedő módszerei, amelyekkel a fogyatékokat csökkenteni lehet, másrészt az experimentátor eleve ismerve ezt a helyzetet, az ebből adódó hibalehetőségeket figyelembe veszi a kísérletek értékelésekor. Ennek ellenére a biológia ma általában nem éri el a fizika egzaktságát.

Ugyancsak a véletlen kifejezést használják azon esetek jellemzésére, amikor igen sok és nagyrészt ismeretlen tényező hatására számos eredmény következhet be, de elegendő nagyszámú esetet vizsgálva a különböző eredmények hozzávetőleges azonos számban lépnek fel. Ez a helyzet pl. amikor az ivarsejtek érési osztódása alkalmával mind a hím, mind a női ivarsejt kromoszómái száma felére (az ún. haploid számra) redukálódik, majd a megtermékenyítés alkalmával a két sejt egybeolvadása következtében megint helyreáll az eredeti diploid szám. Az ember éretlen ivarsejtjeiben 46 (régebbi adatok szerint 48) kromoszóma van. Az érett ivarsejtek már csak 23 kromoszómát tartalmaznak, a megtermékenyített petesejtben azonban újból 46 kromoszóma van. Azt szokták mondani, hogy a megtermékenyített petesejt 46-os kromoszómaszáma szükségszerű. Az azonban, hogy az éretlen ivarsejtek eredetileg kétszer 46 kromoszómájából melyek vesznek részt a megtermékenyített petesejt végleges kromoszóma tételének alkotásában, véletlen. Ezt az álláspontot alátámasztani látszik, hogy bizonyos kivételektől eltekintve, igen nagyszámú esetet vizsgálva, valóban minden matematikailag lehetséges kombináció kb. azonos számban létrejön. Ez azonban nem azt jelenti, hogy a kromoszómaszám determinált, a kromoszómák elosztásának módja pedig indeterminált.

Csak arról van szó, hogy egyelőre még a kromoszómák elosztásának szabályszerűségei áttekinthetetlenek. Bizonyos kedvező esetekben pl. egyes lepkék X kromoszómáira vonatkozólag ismert, hogy a külső hőmérséklet határozza meg, hogy ez a kromoszóma a petesejtben marad-e meg, vagy a lefűződő és az új egyed létrehozásában részt nem vevő sarkitestbe kerül-e. Ebben az esetben tehát megint nem indetermináltságot jelent a véletlen, hanem csak eléggé nem ismert tényezők által meghatározott determinizmust, amikor a különböző lehetséges kombinációk fellépésének valószínűsége jelenlegi ismereteink szerint kb. azonos.

A véletlen kifejezéssel szokták jellemezni, ha a vizsgált törvényszerűséggel közvetlenül össze nem függő idegen hatás időbelileg egybeesik a vizsgálattal és kihat az eredményekre. Ennek leegyszerűsített esete, ha pl. egy fiziológiai vizsgálat eredményét lényegesen befolyásolják a kísérleti állatok tartási körülményei, amelyek esetleg még az állatok elhullását is okozhatják. Ebben az esetben a tartási körülmények is és — ha pl. az állat hormonkezelést kap — a hormonadagolás is szigorúan törvényszerűen hatnak. Ugyanakkor egymással okozati összefüggésben nem állnak. Nem a kísérlet okozta a tartási körülmények leromlását, és nem a körülmények romlása készítette a kísérletezőt, hogy az adott időpontban végezze el a kísérletét. Mindkét esemény bekövetkezése és így időbeli egybeesésük is törvényszerű és determinált, de a két determinizmus egymástól független. Ebben az esetben az állatok elhullása a hormonvizsgálat szempontjából véletlen, de a tartási körülmények szempontjából szükségszerű. Mindenképpen tehát szigorúan determinált jelenségről van szó, amely az egyik összefüggésben vizsgálva véletlen, a másikban azonban szükségszerű. Az értékelés nehézségét az okozza, hogy nem egy, hanem két hatás, amely egymással nem áll okozati összefüggésben, időbelileg egybeesik.

Ugyanígy az indeterminizmus látszatát keltheti, ha a biológus — mint erről már beszéltünk — a különböző mozgásformák szintjén végbemenő eseményeket nem választja gondosan szét. Bizonyos statisztikai és egyéb ismert összefüggések alapján meg lehet állapítani egy ország lakosságának átlagos életkorát, a különböző foglalkozású emberek átlagos életkorát, az egész lakosság életkor szerinti megoszlását stb. Mindezek azonban pl. háború következtében úgy megváltozhatnak, hogy a nemek aránya, az életkor stb. lényegesen eltér attól, amit biológiai megfontolások alapján várni lehetett volna. A biológus ebben az esetben is joggal beszél véletlenről, mert a háborúnak ugyan kétségtelenül van oka, de társadalmi oka van. Biológiai oka azonban a háborúnak nincs. Éppen ezért az eredmény a biológiai törvényszerűségek összefüggésében vizsgálva csak a véletlen. Ebben a példában tehát látszólagos indeterminista értelmezésre lehet jutni, különböző mozgásformák szintjén végbemenő események összekeverése miatt.

Mindezek a példák eléggé bizonyítják, hogy a véletlen egyrészt igen fontos fogalma a modern biológiának, másrészt azonban távolról sem az indetermináltság kifejezője, hanem maga is törvényszerű. Azt, hogy a véletlen is törvényszerű, véleményünk szerint többek között az is bizonyítja, hogy matematikailag is kifejezhető. Számos biológiai törvényszerűség éppen mert az egyes tényezők jelenleg kielégítő módon nem analizálhatók, csak statisztikai törvény. Igen sok esetben ez elegendő is. Az agronómusnak elég pl. ha tudja, hogy az elvetett magok 80%-a csírázni fog. Ugyanakkor számára teljesen közömbös, hogy az egyes magok sorsa mi lesz. Ilyen statisztikai törvényekkel számos összefüggést (pl. az öröklésben) a valószínűségszámítás alapján lehet kifejezni. Éppen ezt szokták néha az indeterminizmus védelmében értékelni, amikor a determinizmust tagadva csak a valószínűséget fogadják el.

Lássuk azonban, hogy a biológus hogy értékeli a valószínűséget kifejező ún. Gauss- féle görbét.

Ha biológiai anyagot vizsgálunk, pl. bogarak testhosszát, akkor az azonos fajhoz tartozó állatok individuális eltérései szabályos eloszlást mutatnak, nevezetesen az egyedek legnagyobb mennyisége a számsor középső értékét jelentő osztályban foglal helyet, és a számsor két vége felé a mennyiségek fokozatosan és egyenletesen csökkennek. Ha az értékeket görbében ábrázoljuk, akkor minél homogénebb anyag alapján készül a görbe, annál inkább hasonlóvá válik a Gauss-féle hibagörbéhez. Ez az ideális görbe tökéletesen szimmetrikus a középső érték merőlegesétől jobbra és balra, azonban az empirikus görbék sohasem teljesen szimmetrikusak a sokféle zavaró körülmény miatt. Példánkban vigyük fel az ordinátára az egyedek számát, az abszcisszára a testhossz mértékét centiméterekben. Ennek megfelelően az ordináta fejezi ki az egyes méret előfordulásának gyakoriságát, valószínűségét, az abszcissza pedig a méretek különbözőségének, a szóródásnak kifejezésére szolgál. A szóródás értéke arra vonatkozólag ad felvilágosítást, hogy a középerték osztályán kívüli osztályokban miképpen oszlanak meg az egyes egyedek. Minél kisebb a szóródás értéke, annál több egyén esik az átlagérték közelébe. Az ideális variációs görbén két pont tűnik különösen fel. Az egyik a görbe csúcspontja és ezzel együtt a hozzátartozó merőleges alap pontja, a másik a görbe két oldalán fekvő töréspont, ahol a konvex haladás konkávvá válik. Ezen töréspontoktól az alaphoz húzott egy-egy merőleges az alapvonalat két pontban metszi. A középpont és a metszéspont közötti távolság adja meg a szóródást. Ha a középső merőleges és az egyik oldalt elhelyezkedő merőleges közötti távolságot az abszcisszára háromszor felvesszük, a harmadik területi egységen túl, ideális eloszlás esetében már csak 0,27% marad. Azt szokták mondani, hogy ami ezen a területen túl esik, vagyis olyan ese-

mény, amelynek valószínűsége kevesebb, mint 0.27%, véletlen. Ezzel azonban az, amit statisztikailag véletlennek nevezünk, nem egyéb, mint a valószínűség problémája. Ugyanakkor a határ a véletlen és a nem véletlen között csak önkényes. A testhossz szempontjából tehát a görbében való elhelyezkedés megszabja, hogy a vizsgált állat a vizsgált fajhoz tartozhat-e vagy nem. Miután azonban az adott fajhoz tartozásnak nemcsak egy kritériuma van, minden további kritérium figyelembevételével megtörténhet, hogy a vizsgált egyed mégis az adott fajhoz tartozik. Ez egyben a biológiai statisztika módszerének korlátját is jelenti, amivel azonban semmi esetre sem akarjuk lebecsülni a rendkívül nagy jelentőségű matematikai eljárásokat.

Példánk mutatja, hogy a biológiában hogyan kellene használnunk a véletlen fogalmát: 1. a véletlen objektíve meg van a természetben, 2. a véletlen és a szükségszerű között nincs éles határ, 3. a véletlen nem abszolút ellentéte a szükségszerűnek, ezért nem is ábrázoljuk őket a görbe két szemben levő pontján, hanem folyamatosan mennek át egymásba, 4. a véletlen statisztikai határa szubjektív. A határ megválasztásában szerepet játszik a számolási eljárás leegyszerűsítésére való törekvés, a vizsgált esetek száma, az esemény létrejöttében szerepet játszó tényezők száma és az, hogy ezeket mennyire ismerjük stb. 5. Esetünkben a véletlen mértéke a valószínűség. Ez azonban nem azt jelenti, hogy a természetben nincsen ok, csak valószínűség, hanem hogy véletlennek nevezünk olyan eseményt, amelynek létrejöttéhez szükséges okok és feltételek csak igen kis valószínűséggel lépnek fel egyszerre. 6. Az, hogy mit nevezünk véletlennek, a kérdésfeltevéstől függ. Ami az egyik összefüggésben véletlen, a másikban szükségszerű és megfordítva. Ennek megfelelően a görbe ugyanazon része, amikor a faji jelleg szórását vizsgáltuk, a szükségszerű, amikor pedig az egyedi jelleg fajhoz

tartozását vizsgáljuk, a véletlen kifejezésére szolgál. 7. Példánkban a két esetet összevonva az a szükségszerűség, hogy az egyén magán viselje fajának bélyegét, megnyilvánulhat az adott bélyeg mindazon egyéni véletlen kialakulásaiban, amelyek még jellemzőek (szükségszerűek) a faj szempontjából és rendkívüli esetekben azokban a már nem véletlen egyéni kialakulásokban, amelyek már nem jellemzőek (vagyis véletlenek) a faj szempontjából. Ezáltal a szükségszerű fogalma bővül oly módon, hogy ezt a fogalmat alkalmazzuk a tipikusra, míg a nem tipikust véletlennek minősítjük. Másrészt a faji szükségszerűség, amint látjuk, egyéni véletlenekben jut kifejezésre. Végül minden egyedi történés, jelleg stb. egyidejűleg véletlen és szükségszerű, de a faj szempontjából véletlen lehet. Példánkat még sokféleképpen lehetne értelmezni és igen sokfajta következtetést lehetne levonni. Annyi azonban bizonyos, hogy a szándékosan egyszerűen választott példát nem lehet úgy értelmezni, hogy véletlen és szükségszerű abszolút ellentétek, sem úgy, hogy a természetben vagy csak determinált szükségszerű, vagy csak determinálatlan véletlen létezik. Mindkettő objektív kategória és determinizmust fejez ki.

Mindezek után úgy gondoljuk, hogy nem csak játék a szavakkal, ha azt mondjuk, nem véletlen, hogy a biológiai irodalomban számos esetben rosszul használják, vagy félreértik a véletlen fogalmát. Hiszen egyaránt használják a nem tipikus, a kevésbé valószínű, a nem ismert, vagy adott kísérletekben nem vizsgált tényezőkre visszavezethető esetében, vagy egyszerűen nem adják meg, hogy milyen összefüggésben véletlen a tárgyalt jelenség. Miután azonban a véletlen a természetben meglevő objektív kategória, ebben az összefüggésben biztató módon azt tarthatjuk, hogy helytelen alkalmazása mégiscsak — véletlen.

Vizsgáljuk most azokat a jelenségeket, amelyeket a biológus a kiváltó ok kifejezéssel jelöl. Filozófiai szempontból valószínűleg képtelenség igazi okot és kiváltó okot megkülönböztetni. Bármilyen rosszul választott is azonban a kifejezés, naponta tapasztalható jelenségek vezettek ehhez a fogalomhoz. Jelen összefüggésben számunkra az a fontos, hogy azok a jelenségek, amelyekkel kapcsolatban a kiváltó ok fogalmát alkalmazzuk, néha indeterminista értelmezést is nyernek. Úgy gondoljuk, a kiváltó ok gyűjtőfogalma alá vonhatók össze azok a problémák, amelyekre a klasszikus mechanikából származó oksági elv nem alkalmazható. És ezekben az esetekben nemcsak arról van szó, hogy a feltételektől függően azonos ok vezethet különböző eredményre és különböző ok azonos eredményre, vagy hogy a feltételek változása válik okká. A klasszikus mechanika kiterjedés és tömeg nélküli ideális ponttal dolgozik és vizsgálja az erők hatását erre a pontra. Ugyanakkor a klasszikus mechanikában igen nagy szerepet játszik Newton 3. tétele: akció egyenlő reakció. A biológus azonban nem ideális pontokkal dolgozik, hanem tényleges élőlényekkel, ezért Newton 3. törvénye sem érvényesül közvetlenül számos esetben. Pl. nem minden esetben erősödik párhuzamosan egy gyógyszer alkalmazott mennyiségével az általa okozott hatás.

A párhuzamosság hiánya adódhat abból, hogy a kiváltó ok és a vizsgált okozat között a reakciók egész láncolata játszódik le, amikor is minden okozat egyben a következő reakciónak oka is. Ha ebben a láncolatban az egyes részreakciók érzékenysége különböző, akkor az ok és a végeredmény, tehát a kiváltó ok és a regisztrált végső okozat közötti összefüggés nem párhuzamos. Pl. a kromoszómaszám négyszereződése (tetraploidia) esetében a jellegek, amelyeket összefüggésbe

hoznak a kromoszómákkal, sem minőségileg, sem mennyiségileg nem fogják a kétszeresét mutatni annak, mint amit a normális diploid kromoszómaszám esetében tapasztalunk.

A párhuzamosság hiánya adódhat abból is, hogy a kiváltó ok elsősorban nem egyes szövetekre, szervekre stb. hat, hanem egyensúlyi állapotra, pl. valamely hormon kívülről való bevitele, pl. túladagolása esetében nemcsak az adott hormon közvetlen hatását tapasztaljuk, hanem a szervezet egész hormonális egyensúlya megváltozik, az összes endokrin mirigy működése egy egyensúlyi állapot megteremtése irányába fog eltolódni. Ezért az eredmény nemcsak a külsőleg bevitt, pl. mellékvesehormon közvetlen hatását tükrözi, hanem a szervezet saját mellékveséje, hipofízise, gonádjai stb. megváltozott működésének eredményét is, amelyek azonban, ha az egyensúly változik, egymásra is kölcsönösen hatnak.

A szervezet egyébként sem felel meg a fizikusok ideális pontjának. A newtoni pontnak nincs regulációs képessége, az élőlénynek azonban igen. Többek között ezen alapulhat a gyógyszerek időnként előforduló paradox hatása is, pl. nagy dózisu koffein bejuttatása után hirtelen álmoság, vagy hogy más példát alkalmazzunk, ha éhes ember kis mennyiségű szénhidrátot fogyaszt, lehet hogy éhsége még fokozódik, mert a szervezetbe bejutott szénhidrát inzulin túlprodukciót idézett elő, amely az éhségérzetet még csak fokozta.

Hogy a reguláló rendszer nem pontszerű, mutatja az is, hogy a reakció függ a rendszer természetétől, a sejtek potenciáljától stb., sőt némely esetben a reakció minősége jobban függ a reagáló rendszertől, a reakció feltételeitől, mint a kiváltó októl. Pl. az izomszövetre érvényes a minden vagy semmi törvénye. Ameddig az inger meghatározott küszöbértéket el nem ér, addig az izomszövet reakciót nem ad. A küszöbérték elérése után

azonban maximális reakció következik be, amely az inger fokozásával nem növelhető. Nemcsak a rendszer természete, de állapota is befolyásolja a reakciót. Pl. endokrin mirigy transzplantációja esetében a transzplantáció eredményét sokszor kevésbé befolyásolja, hogy melyik rokonfajból vettük az átültetésre kerülő szervet, hogy a recipiens szervezet melyik részére ültetjük át, mint az a körülmény, hogy a recipiensben az átültetett mirigy hormonjából deficit áll-e fenn vagy sem (Halsted törvény). Az is természetes, hogy pl. egy endokrin mirigyre igen sok minőségileg különböző tényező hat, ugyanakkor azonban a mirigynek csak egyetlenegy reakció lehetősége van, méghozzá az, hogy hormontermelése mennyiségileg változik. Arra azonban már általában nem képes, hogy szokott hormonjától eltérő anyagot termeljen. Ugyanez vonatkozik pl. az érzékszervekre is, hiszen pl. a szem bármilyen inger éri, csak fényérzékelési (fotopsziás) reakcióval tud válaszolni.

A klasszikus mechanikából vett hasonlóság alapján az is nehezen érthető, hogy némelykor ok és okozat teljesen felcserélődik, vagyis bizonyos esetekben a pont venné fel az erő tulajdonságát, az erő pedig a pont tulajdonságát. Ez következik be, ha pl. felnőtt csirkéből lépet ültetünk a tojás megnyitása után csirkeembrióba. Az embrió szövetei még immunológiailag éretlenek, ellenanyag termelésére képtelenek, az átültetett szövet azonban felnőttből származik és erre képes. Ebben az esetben az embrió lépe veszi át az antigén szerepét, a transzplantált lép sejtjei fognak antitesteket termelni és nem a transzplantált, hanem a recipiens embriólép fog súlyos károsodást szenvedni.

A transzplantációs kísérletek egyébként is az egyszerű ok-okozati viszonynál sokkal bonyolultabbak, mert az eredményt igen sok tényező egyidejű kölcsönhatása határozza meg. Transzplantáció esetén ok és okozat olyan szoros kölcsönhatásban állnak egymással,

hogy néha alig választható szét, mi az egyik és mi a másik. Igaz, hogy az átültetett anyag antigén hatású és ez kiváltja a recipiens immunválaszt. De legalábbis egyes esetekben ugyanakkor a transzplantátum is termel immunanyagokat a recipiens ellen. (Hiszen éppen ez okozza a nagy problémát az olyannyira hasznos csontvelő transzplantáció esetében.) Magának a transzplantátumnak az antigenitása pedig többek között táplálkozási tényezőktől is függ. Ha a transzplantált anyag elpusztul, nekrotizál, antigenitása nő. Pusztulását gyorsítja, ha nem tud táplálkozni. Táplálkozása azonban nemcsak attól függ, hogy milyen az átültetett szövet fermentrendszere, hanem attól is, hogy a recipienstől milyen tápanyagokat kap és a recipiens erei mennyire hatolnak be a transzplantátumba. Ugyanakkor a beereződés ismét nemcsak a gazdaszervezet ereitől, hanem a transzplantátum genetikai természetétől is függ. De ezenkívül még számos kölcsönhatás határozza meg végül is a transzplantáció sorsát.

Úgy gondoljuk, hogy a felsorolt példák eléggé mutatják, hogy a klasszikus mechanikából ismert oksági elv, a kauzalitás mechanikus formája, nem elegendő a biológia rendkívül gazdag összefüggéseinek magyarázatára. Viszont aki ebből az elvből indul ki, éppen ezért gyakran találkozik látszólag akauzális, indeterminált eseményekkel. Ezekben az esetekben azonban a történés a valóságban determinált, csak a magyarázatára alkalmazott fogalmak túlságosan szűkek. És talán ezekből a példákból érthetővé válik az is, hogy néha a biológus, amikor pl. egyensúlyi helyzet, kölcsönhatás stb. határozza meg a végeredményt, nem okról, hanem csak kiváltó okról beszél. Tehát megkülönbözteti azt a tényezőt, amely a folyamatot megindítja, azoktól a tényezőktől, amelyek végül is meghatározzák az eredmény minőségét. Ez nem utolsósorban azért is történik, mert egy reakció feltételeinek fogalmát nem egyformán értel-

mezik a filozófiában és a biológiában, ahol feltétel alatt általában csak a külső környezetet értjük.

2. *A spontán jelenségek*

Végül térjünk rá a biológiai indeterminizmus egy másik forrására, az ún. spontán jelenségekre. Ismeretes, hogy viszonylag állandó körülmények között tartott állatok utódai között is felléphetnek örökletesen megváltozott egyedek. E jelenséget spontán mutációnak nevezzük. A szövettényészetben viszonylag állandó körülmények között tartott szívizomsejtek ún. spontán kontrakciókat végeznek. Éppen így beszélnek spontán ritmusról stb. Az embriológiában használatos az öndifferenciálódás fogalma annak jellemzésére, hogy egyes sejtcsoportok, ha a determináció megtörtént, akár a kísérletileg biztosítható legváltozatlanabb körülmények között maradnak, akár a legeltérőbb körülmények közé kerülnek (transzplantáció, szövettényészet), más sejtcsoportok indukáló hatása nélkül is, meghatározott irányba differenciálódnak — feltéve ha egyáltalán életben maradnak. Mindezekben az esetekben — és még számos más példát is fel lehetne sorolni — folyamatok látszólag minden ok nélkül mennek végbe. Különösen a morganista örökléstanban értékelték régebben az ilyen eredményeket mint ok nélküli indeterminált folyamatot. Ezzel azonban nem lehet egyetérteni. Teljesen érthető, hogy az ilyen állítások ellentmondásokra találtak, ám az ellentmondás véleményünk szerint, néha ellenkező irányú túlzásba is átmegy. Egyik egyetemi tankönyvünkől vesszük a következő mondatot: „A micsurini biológia szerint az öröklés menete azonos környezeti viszonyok között változatlan ugyan, azonban még az öröklés útja is megváltozik, ha a környezeti viszonyok az élőlény alapvető életfolyamatait tartósan átalakítják.”

Az bizonyos, hogy a környezeti viszonyok állandóan változnak és még kísérleti körülmények között sem sikerül teljesen változatlan környezeti feltételeket teremteni. Még kevésbé lehet az élőlényeket környezet nélkül elképzelni, mégis számos megfontolás azt mutatja, hogy az ún. spontán jelenségeket vagy ezeknek legalább egy részét nem lehet környezeti változásokra visszavezetni, ezeket „belső” okokkal kell magyarázni. Az idézett mondat véleményünk szerint szellemében rendkívül hasonlít Newton első (inercia) tételéhez, amely szerint a mozgásban levő pont megtartja egyenes vonalú egyenletes mozgását, míg csak külső erők nem hatnak rá. Ezzel azonban az élő anyag saját mozgását, belső ellentmondásait tagadnánk. Így az élő anyag mozgása a környezet mozgásának egyszerű függvényévé válna és akár mozdulatlanságba is dermedhetne, ha a környezettől nem kapna mindig újabb és újabb lökéseket.

Úgy gondoljuk, a spontán változások okát másutt kell keresni. Ha pl. a tenyészetben levő izomsejt nyugalmát, ill. kontrakcióját nem állapotnak, hanem folyamatnak fogjuk fel — és ilyen dinamikus szemlélet teljesen jogos —, akkor található magyarázat. Még változatlan külső körülmények között történő folyamatokban is felhalmozódhatnak mennyiségi különbségek, amelyek meghatározott időpontban minőségi változásba csapnak át. Ebben az esetben azonban a minőségi változás létrejöttéhez semmi új, külső okra nincs szükség. A folyamatot megindító ok egyben az új minőség létrejöttének oka is. Ha pl. jeget fagyponthoz feletti hőmérsékletű helyiségben tartunk, a jég először 0°C -ig felmelegszik anélkül, hogy látható megváltozást mutatna. Ezek után következik be a fokozódó felmelegedés eredményeként a minőségi változás: a jég vízzé olvad. A jég olvadásának azonban nincs külön oka. Az olvadás a jég felmelegedési folyamatának egyenes folytatása. A halmazállapot változásának oka azonos azzal az okkal, amely az először minden lát-

ható változás nélküli mennyiségi folyamatot megindította. Véleményünk szerint a biológiában ismert számos minőségi változásnak szintén nincs ilyen értelemben sajátos oka. Egyszer megindult folyamatok változatlan környezeti viszonyok között is, a normális anyagcsere alapján minden külön ok nélkül, pusztán mennyiségi változások felhalmozódásának következtében minőségi változásokhoz vezetnek. Így vizsgálva a kérdést világos, hogy a különböző spontán változások ha nem is vezethetők vissza a minőségi változást előidéző külön okra, mégiscsak determinált folyamatok. Jelen gondolatmenetben nem tartjuk szükségesnek kitérni ilyen determinizmusok részproblémáira, pl. az aktomiozin molekulák változására tenyésztett izomsejtekben stb. Azonban ilyenekre ma már számos analitikai ismeret áll rendelkezésre. Annál fontosabbnak látszik azonban e felfogásnak elvi következménye. Ezt elfogadva ugyanis el kell fogadnunk az élőlényeknek egy sajátos önmozgását is.

Az élőlények ilyen önmozgásának elfogadása véleményünk szerint nemcsak hogy nem vezet indeterminizmusra, hanem ellenkezőleg, ha nem vezetünk vissza mindent mechanikus kauzalitásra, akkor gazdagabban, teljesebben mutatjuk be a valóságot. A természet bonyolultabb annál, semhogy az élő anyag minden változását csak külső okra lehetne visszavezetni. Bizonyos esetekben a külvilág nem oka, hanem csak feltétele a mozgásnak. Az élettelen természet mozgása hozta létre az első élőlényt vagy élőlényeket. Miután azonban élő anyag létrejött, az élet fennmaradásának, az élet kontinuitásának, ha úgy tetszik, a szaporodásnak, a környezet nélkülözhetetlen feltétele, de nem oka többé. A környezet igen mélyrehatóan befolyásolja a szaporodást. Az ok azonban magának az élő anyagnak a belső tulajdonsága. Ezen tulajdonság forrása az anyagcsere, és az az ellentmondás, amelynek ez a mozgás közvetlen követ-

kezménye, a sexualitás. Ugyanígy az élőlények halálának okát sem a környezetben, hanem létükben kell keresni. Az ún. élettani halál fogalma és természetesen kísérleti adatok is arra utalnak, hogy az élőlények még változatlan külső körülmények között, sőt legoptimálisabb körülmények között élve is, meghalnak. Az élet létrejöttének oka tehát az élettelen anyag mozgása, a már létrejött életnek és így a halálnak is a környezet csak feltétele, amely nélkül nem lehet élet, mert nem lehet anyagcsere sem. Ebből adódik az önmozgás fogalma, amelyet a fizikában az atomnak belső ellentéteire visszavezetve elfogadnak és elfogadnak a társadalmi mozgásban is, de amelyről a biológiában nem szokott szó esni.

Véleményünk szerint az élő anyag mozgása ebben a vonatkozásban nem különbözik elvileg a többi mozgásformától, az élet alapvető oka, létrehozója, az élettelen anyag mozgása. Az élőlény és környezete, miután már létrejött az élő anyag, adja azt az ellentétpárt, mely az anyagcsere forrása. Az anyagcserére azonban két mozgás épül fel: az élő anyag önmozgása, amelynek a környezet csak feltétele és a nem önmozgás, amelynek a környezet az oka. E két mozgás, az ellentéteknek ez az egysege, az a legdőntőbb ellentmondás, amely az élőlényt meghatározza. Ellentétük és kölcsönhatásaik eredménye a jelenségeknek az a sorozata, amelyet biológiai mozgásnak nevezünk. És bármilyen furcsán is hangzik, maga az anyagcsere is e két ellentétes mozgásnak oka is, feltétele is, és következménye is.

A nem önmozgás biztosítja adott határok között, hogy az élőlény és környezete összhangban maradjon, végeredményben tehát az alkalmazkodást. Az önmozgás óvja meg az élőlényt attól, hogy a rengeteg környezeti hatás dezorganizálja és ez utóbbi az élet fennmaradása szempontjából nem kevésbé fontos, mint az alkalmazkodás. Ez a fogalmazás tulajdonképpen csak más

formában fejezi ki azt, amit a konzervativizmus — változékonyság ellentétpárral is szokás jelölni. Az önmozgás és nem önmozgás ellentét azonban általánosabb érvényű és nemcsak az öröklődés jelenségeinek magyarázatára alkalmas. Előnye az is, hogy a konzervativizmus helyett az önmozgást használva azonnal kitűnik, hogy a konzervativizmus nem statikus, hanem maga is dinamikus. A konzervativizmus nem állapot, nem tulajdonság, hanem minden életjelenségben benne rejlő történés, sőt a konzervativizmus nem is teljesen konzervatív. Az önmozgás nem körmozgás, amelyben nem vezethetnek lassú mennyiségi felhalmozódások minőségi átcsapásokhoz. Végül az önmozgás — nem önmozgás ellentéte a konzervativizmus — változékonyság ellentétnél jobban mutatja a sokirányú kölcsönhatásokat. E két mozgás egymásnak nemcsak ellentéte, hanem kiegészítője is. Egymást kölcsönösen feltételezik, egyikük nem lehet meg a másik nélkül. E két mozgás egymást kölcsönösen meghatározza, amennyiben az önmozgás határozza meg a nem önmozgás reakció-szélességét, míg a nem önmozgás nyilván elég mélyreható és hosszan tartó környezeti hatása meg tudja változtatni az önmozgás feltételeit és ezzel magát az önmozgást is. Végeredményben a biológiai mozgás e két mozgás ellentétére vezethető vissza és egyben ezek eredője is, ebben viszont eleve benne foglaltatik az is, hogy az élőlény élettelen környezetben él és anyagcserét folytat.

Ha e két mozgás összefüggését nem vesszük figyelembe, akkor egyrészt a környezet hatásainak túl- vagy alábecsüléséhez juthatunk, másrészt csak az önmozgásból, a biológiai indeterminizmusra, vagy csak a nem önmozgásból mechanikus kauzalitásra jutunk, amikor az élőlény minden mozgásához külső lökésre, amolyan isten ujjára van szükség.

Sajnos a kísérleti eredmények ma még nem elég-

ségesek a két mozgás törvényszerűségeinek tiszta szétválasztásához. Bár mindkettőre tudunk példát, a biológus mindig eredőjükkel, a biológiai mozgással foglalkozik. Véleményünk szerint azonban legalább fogalmi szétválasztásuk a kísérleti biológia számára alkalmas munkahipotézis. E felfogásra vonatkozóan a megfelelő kísérleti adatok ma még hiányoznak. De ezt látszik alátámasztani Engels egy gondolata is, amelyet azonban sohasem fejtett ki részletesen: „A fehérjetest élete, létezési módja mindenekelőtt tehát abban van, hogy minden pillanatban sajátmaga és egyuttal más is; és ez nem valamely kívülről reáható folyamat következménye, ahogy az élettelen testeknél is bekövetkezhetik. Ellenkezőleg, az élet a táplálékfelvétel és kiválasztás útján végbemenő anyagcsere önmagát végrehajtó folyamat, amely hordozójával, a fehérjével inhaerens, vele született, amely nélkül nem létezhetik”.¹⁵

¹⁵ Engels, *Anti-Dühring*. Budapest 1948. 79. old.

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	5
I. A biológia és a filozófia viszonya	7
1. A tudományos igazság kérdése. A tény és az interpretáció viszonya	9
2. A bizonyítás módszere	13
3. Személyi kultusz és dogmatizmus a tudományban	16
4. A személyi kultusz és a dogmatizmus a szocializmus körülményei között	18
5. A Lepesinszkája-ügy	19
6. A genetikai vita	24
II. A fejlődés fogalma a filogenezisben	31
III. A fejlődés fogalma az ontogenezisben	51
1. A differenciálódás és dedifferenciálódás problémája	51
2. A determináció és indukció problémája	58
3. A determinizmus és determináció problémája	67
4. Az egyedfejlődés genetikai problémái.	72
5. Próbálkozás az ontogenetikus fejlődés fogalmának meghatározására	82
6. A mennyiség és a minőség viszonya	85
7. Kölcsönhatás az élőlény és környezete között	88
8. Kölcsönhatás az élőlény egyes részei között	89
9. A belső ellentmondások.	91

IV. A lombik-baby	94
1. A tudományos előfeltételek	95
2. A tudományos állásfoglalás kérdése	98
3. A kérdés erkölcsi oldala	99
4. A kérdés társadalmi oldala	103
V. Az indeterminizmus, a véletlen és a szükségszerűség viszonya a biológiában	105
1. A kiváltó ok kérdése	117
2. A spontán jelenségek	121

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó igazgatója * A szerkesztésért felelős Gecse Gusztáv * Műszaki szerkesztő Tóth Erzsébet * A kézirat beérkezett 1963. IX. 25. Példányszám: 2000 Terjedelem: 6,5 A/5 ív * AK 398 k 6467 * 63.57765 Akadémiai Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Bernát György

A BIOLÓGIA ÉS AZ ORVOSTUDOMÁNY
EGYES FILOZÓFIAI PROBLÉMÁI

(Társadalomtudományi kismonográfiák 3.)

Az elmúlt években a biológiában számos olyan kérdés merült fel, amelyben a vita filozófiai síkra terelődött. A könyv elsősorban ezekkel a kérdésekkel foglalkozik és megpróbálja meghatározni a filozófia és a biológia egymáshoz való viszonyát. Ebben az összefüggésben foglalkozik a sejtketlekezés, valamint a genetika néhány alapvető kérdésével. De a mű egyidejűleg kísérlet is. A szerzők megpróbálják a biológiai tényanyag oldaláról megközelíteni a filozófiai igazságokat, tehát feltárni azokat a filozófiai törvényszerűségeket, amelyek — elsősorban a fejlődéstan területén — a biológiai törvényszerűségekből természetszerűleg, minden erőszakoltság nélkül adódnak. A könyv szerzői biológusok, illetve alkalmazott biológusok: orvosok, ez magyarázza meg, hogy a legelvontabb fogalmak tárgyalásakor is természettudományos alapokon állanak és természettudományi példákból indulnak ki. Mivel azonban a szerzők egyben kutatók is, érthető, hogy a könyv a kutató szemszögéből is vizsgálja mind a biológiai, mind a filozófiai problémákat. Ugyanakkor a szerzők nem adnak zárt ismeretanyagot, hanem egyes konkrétan felvetett kérdéseikkel hasznos vitát indítanak.



AKADÉMIAI KIADÓ

BUDAPEST

Ára 12,— Ft